

FACULTE DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE LYON

Année scolaire 1920-1921.

N° 109

Emanothérapie et Cures Thermales

THÈSE

PRÉSENTÉE

A LA FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE DE LYON

Et soutenue publiquement le 8 Janvier 1921

POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR EN MÉDECINE

PAR

Alfred LEROUGE

Né à Brive (Corrèze), le 3 Juin 1894.

MEMBRES DU JURY.....	{	TEISSIER, <i>Président.</i>	}	<i>Assesseurs.</i>
		ARLOING,		
		CADE,		
		PIERY.		

TOULOUSE

IMPRIMERIE P. JULIA

2, Rue Temponières, 2

1920

• Émanothérapie

ET

Cures Thermales

Émanothérapie et Cures Thermales

THÈSE

PRÉSENTÉE

A LA FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE DE LYON

Et soutenue publiquement le 8 Janvier 1921

POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR EN MÉDECINE

PAR

Alfred LEROUGE

Né à Brive (Corrèze), le 3 Juin 1894.



MEMBRES DU JURY.....

TEISSIER, *Président.*
ARLOING,
CADE,
PIERY.

} *Assesseurs.*

TOULOUSE

IMPRIMERIE P. JULIA

2, Rue Temponières, 2

—
1920

PERSONNEL DE LA FACULTÉ

MM. HUGOUNENQ DOYEN.
J. LEPINE ASSESSEUR.

PROFESSEURS HONORAIRES

MM. AUGAGNEUR, SOULIER,
CAZENEUVE, BEAUVISAGE, LACASSAGNE, TESTUT, POLOSSON (M)

PROFESSEURS

Cliniques médicales	MM. TEISSIER ROQUE BARD
Cliniques chirurgicales	TIXIER BERARD
Clinique obstétricale et Accouchements	FABRE
Clinique ophtalmologique	ROLLET
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques ..	NICOLAS
Clinique neurologique et psychiatrique	LEPINE (J.)
Clinique des maladies des enfants	WEILL
Clinique des maladies des femmes	POLLOSSON (A.)
Clinique d'oto-rhino-laryngologie	LANNOIS
Clinique des malades des voies urinaires	ROCHET
Clinique chirurgicale des maladies des enfants ...	NOVE-JOSSERAND
Physique biologique, Radio-logie et Physiothé- rapie	CLUZET
Chimie biologique	HUGOUNENQ
Chimie organique et Toxicologie	MOREL
Matière médicale et Botanique	MOREAU
Parasitologie et Histoire naturelle médicale	GUIART
Anatomie	LATARJET
Anatomie générale et Histologie	POLICARD
Physiologie	DOYON
Pathologie interne	COLLET
Pathologie et Thérapeutiques générales	MOURIQUAND
Anatomie pathologique	PAVIOT
Médecine opératoire	VILLARD
Médecine expérimentale et comparée	ARLOING (F.)
Médecine légale	ETIENNE MARTIN
Hygiène	COURMONT (P.)
Thérapeutique	PIC
Pharmacologie	FLORENCE

PROFESSEURS ADJOINTS

Pathologie externe	VALLAS
Propédeutique de gynécologie	CONDAMIN

CHARGES DE COURS COMPLEMENTAIRES

Chimie minérale	BARRAL
Accouchements	COMMANDEUR
Embryologie	HOVELACQUE
Anatomie topographique	PATEL
Botanique	BRETIN
Urologie	GAYET
Stomatologie	TELLIER

AGREGES

MM. BARRAL COMMANDEUR NOGIER BRETIN LERICHE THEVENOT (Léon) TAVERNIER CADE GUILLEMARD GARIN	MM. SAVY FROMENT THEVENOT (Lucien) PIERY COTTE DUROUX HOVELACQUE TRILLAT FLORENCE SARVONAT	MM. ROCHAIX CORDIER ROUBIER FAVRE MURARD BONNET GRAVIER, chargé des fonctions.
---	--	--

M. BAYLE, secrétaire.

EXAMINATEURS DE LA THÈSE

MM. TEISSIER, Président; ARLOING, CADE, PIERY, Assesseurs

La Faculté de Médecine de Lyon déclare que les opinions émises dans les dissertations qui lui sont présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle n'entend leur donner ni approbation ni improbation.

A mon Père, A ma Mère.

Faible reconnaissance de ma grande et
profonde affection.

A M. le Professeur Teissier¹

PROFESSEUR DE CLINIQUE MÉDICALE
A LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE LYON
OFFICIER DE LA LÉGION D'HONNEUR
ASSOCIÉ NATIONAL DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

Qui nous a fait le très grand hon-
neur de présider notre jury de thèse.

Nous le prions d'agréer nos sincères
remerciements et l'expression de
nos sentiments respectueusement
dévoués.

A Monsieur le Professeur agrégé Piéry

CHEVALIER DE LA LÉGION D'HONNEUR

Il m'a fait l'honneur de me confier
ce travail. Qu'il me soit permis de
lui exprimer ici mon respect et ma
gratitude.

INTRODUCTION

C'est en décembre 1895 que Röntgen découvrit fortuitement les rayons X. Cette découverte fortuite a préparé celle du radium et des autres substances radioactives. Voici comment : En 1896, H. Poincaré se demande si la source du rayonnement X n'est pas à rechercher dans la belle fluorescence jaune vert que présente l'hémisphère sous-anticathodique d'une ampoule de Crookes, excitée par une source électrique.

Pour aller au bout de la voie ainsi tracée, pour parachever l'œuvre commencée des recherches s'organisent. Becquerel et son préparateur M. Matout réalisent l'expérience suivante féconde en résultats et de laquelle, somme toute, dépendent toutes découvertes faites depuis : une plaque sensible au gélatiné-bromure d'argent enveloppée de papier noir imperméable à la lumière solaire est surmontée d'un composé uranique. On insole le système jusqu'à luminescence du sel d'urane, et on le reporte dans la chambre noire. La plaque, après développement montre une impression photographique nette. Il paraît démontré dès cette époque que H. Poincaré a raison et que son hypothèse est fondée.

Le soleil jusqu'alors supposé nécessaire à la réussite de l'expérience est un jour par hasard caché par des brouillards dont Lyon « n'a pas l'exclusif apannage », et l'on remise le dispositif tout au fond d'un placard. A quelques temps de là, Becquerel avant de répéter ses essais précédents eut l'idée de développer la plaque laissée, surmontée du composé uranique dans l'obscurité. Il constate ce fait inattendu et riche en conséquences : la plaque est fortement impressionnée. Le hasard « ce bon génie des savants » permet donc à Becquerel d'établir d'une manière irréfutable et scientifique que le composé uranique sans insolation préalable, sans luminescence provoquée par conséquent émet spontanément un rayonnement invisible capable de traverser le papier noir et d'impressionner la plaque photographique au gélatino-bromure d'argent; l'uranium, incapable de luminescence, émet un rayonnement, le rayonnement uranique ou rayonnement Becquerel.

La luminescence n'est donc pas la source de ce rayonnement; l'hypothèse de H. Poincaré n'est pas vérifiée. Bien qu'erronée d'ailleurs, elle n'a pas été improductive puisqu'elle conduisit par les travaux suscités à la découverte d'une catégorie nouvelle de phénomènes, les phénomènes de radio-activité ainsi appelés pour la première fois par M^{me} Curie, en 1898. M^{me} Curie découvre des phénomènes semblables en étudiant des composés du thorium. Elle constate en outre que certains minerais d'urane, la pechblende de Joachimstald en particulier a une activité bien plus considérable que celle du radium et dès cette époque M. et M^{me} Curie supposent déjà que tous les composés actifs contiennent à l'état de traces un même principe pur extrê-

mement radio-actif qui communique à ces composés leur propriété radio-active d'intensité différente proportionnellement à leur teneur en principe pur. Ils appellent par anticipation, radium, cet élément inconnu, problématique encore et entreprennent de l'isoler en traitant des tonnes de pechblende; ils obtiennent en 1898 quelques décigrammes d'un sel impur de radium un million de fois plus actif que l'uranium pur. L'isolement du radium pur enfin en 1910 au moyen de l'électrolyse du chlorure radique en présence du mercure, par M^{me} Curie et Debierne a justifié de façon éclatante les hypothèses géniales de 1898. Le radium rêvé par M. et M^{me} Curie n'est pas un mythe : ses propriétés sont rigoureusement les mêmes que celles que l'on avait prévues en étudiant les composés d'urane et de pechblende.

Nous avons essayé d'esquisser jusqu'ici l'histoire du radium, depuis les hypothèses qui ont conduit à sa découverte jusqu'à cette dernière. Entre temps des travaux très intéressants et que nous devons signaler avaient éclairé d'un jour nouveau les notions jusqu'alors acquises.

Rutherford et Ramsay avaient en Angleterre analysé le rayonnement Becquerel; démontré que le radium est une source extraordinaire d'énergie calorifique, lumineuse, cinétique et qu'il donne naissance à l'hélium trouvé dès cette époque dans quelques sources naturelles.

M^{me} Curie avait en 1899 découvert avec P. Curie le phénomène de la radio-activité induite. L'émanation qui le détermine était découverte par Rutherford et Soddy, dans le thorium, en juillet 1900 : on devait la découvrir d'ailleurs bientôt après dans le radium et

démontrer en outre que le radium bien que corps simple, se décompose en produisant toute une série de corps nouveaux qui se transmutent à leur tour en donnant parallèlement des radiations particulières.

Consécutivement à ces découvertes on avait bientôt songé à utiliser le radium en thérapeutique. C'est à Danlos que l'on doit les premières applications pratiques de radiumthérapie. C'est en France qu'étaient publiés les premiers et les plus intéressants traités thérapeutiques : c'est aussi en France, à Paris qu'était fondé le premier centre d'étude médicale du radium.

Tandis que l'étude de l'influence du radium, dans le traitement du cancer en particulier, se faisait presque exclusivement en France, l'école allemande, elle, se préoccupait surtout de l'étude des effets biologiques et thérapeutiques de l'émanation du radium en médecine interne. Ce fait étant reconnu il est néanmoins juste de faire remarquer que les Allemands n'ont, presque uniquement utilisé, l'émanation qu'en inhalation (His, Lowenthal, Gudzent, Falta, Freund), et en ingestion (Plesh, Lazarus, Birkel, Jansen), et que si ces méthodes émanifères par voie respiratoire et digestive n'ont guère jusqu'à présent été utilisées en France, d'autres procédés d'utilisation de l'émanation y ont été récemment imaginés ou perfectionnés : l'application de boues (Jaboin, Chéron, Fabre); l'ionothérapie (Harent, Danne, Wickam et Degrais); la radio-activation des substances médicamenteuses (Le Pileur, Regaud); les sérums (Nicolaïdi); les injections de sels solubles (Wickham et Degrais); les injections de sels insolubles (Dominici, Faure, Baulieu, Rénon, Chevrier). L'émanothérapie par inhalation était en outre reprise à Lyon en 1913 par M. le Professeur Teissier et

M. Rebattu qui publiaient une « Etude clinique sur les effets de l'émanation du radium en médecine interne ». A la même époque, M. Rebattu publiait un travail original sur les « Modifications hémoleucocytaires sous l'influence de l'émanation du radium », ainsi qu'un second travail en collaboration avec M. Sarvonat ayant trait à « l'action de l'émanation du radium sur le métabolisme de l'acide urique ».

Parallèlement aux travaux précités, on se mettait bientôt, tant en France qu'en Allemagne à étudier la radio-activité des eaux minérales surtout depuis que Laborde, préparateur de M. Curie avait reconnu en 1904 que les eaux dites « indéterminées » ou à « faible minéralisation » de la nomenclature médicale laissent échapper à leur source des quantités mesurables d'émanation du radium et de gaz rares. Cette notion nouvelle permit bientôt d'interpréter le mode d'action de ces eaux, que n'expliquait pas leur composition chimique, alors que les résultats thérapeutiques ne pouvaient être mis en doute. Elle donna aussi l'idée d'expérimenter l'action isolée de l'émanation du radium chez les malades présentant des affections justiciables d'une cure thermominérale et qu'on aurait pu diriger vers une station crénothérapique : l'utilisation de l'émanation du radium en médecine interne est de date récente, bien postérieure aux essais thérapeutiques dans les affections d'ordre chirurgical et dermatologique et principalement dans les cancers facilement accessibles; l'utilisation de l'émanation du radium des eaux que nous dirons radio-actives était faite depuis longtemps d'une manière empirique sans que l'on ait pu avant les derniers travaux faits sur la radio-activité

rapporter à la radio-activité, à l'émanation du radium par conséquent, et peut-être aux gaz rares leurs effets thérapeutiques, or il semble de plus en plus démontré que c'est bien à l'émanation radifère que la plupart des eaux autrefois dites « indéterminées » ou à « faible minéralisation » doivent leurs propriétés thérapeutiques, méritant ainsi à notre avis du moins, de constituer une classe nouvelle d'eaux minérales : la classe des eaux radio-actives, c'est à dire celles dont la radio-activité élevée en dehors de toute minéralisation suffisamment définie est seule capable d'expliquer les effets thérapeutiques.

La question de la radio-activité étant ainsi schématisée, nous avons l'intention, au cours de ce modeste travail de soutenir la thèse suivante :

L'émanation du radium envisagée strictement au point de vue de son action générale sur la nutrition est un agent thérapeutique intéressant : les résultats obtenus, tant en clinique qu'en crénothérapie en sont la preuve dûment constatée et établie par des statistiques irréfutables et nombreuses n'ayant la plupart du moins que le seul défaut de provenir d'outre-Rhin.

En clinique, et tant en France qu'en Allemagne on a utilisé les propriétés thérapeutiques de cet agent et obtenu des résultats appréciables.

En crénothérapie les Allemands ayant multiplié les modes d'utilisation de ce gaz sont arrivés en pratiquant la cure d'émanation par la voie inhalatoire, dans des établissements spéciaux, les émanatoria, installés au griffon mêmes des sources radio-actives, à obtenir les résultats thérapeutiques les plus complets sur la nutrition : ne négligeant pas le mode d'utilisation par

la voie digestive ils ont obtenu concurremment des résultats certes plus limités mais qui montrent néanmoins que ce mode d'utilisation n'est peut-être pas à dédaigner. Aux stations radio-actives françaises et si l'on excepte les expériences faites à l'émanatorium de Lamalou par M. le Médecin-Major Pappas, on n'a guère utilisé et on n'utilise encore que les effets purement locaux de l'émanation du radium : la balnéation seule, n'y constitue, somme toute, que le seul mode d'administration de l'émanation susceptible d'exercer une influence heureuse sur la nutrition : la voie digestive y est négligée ; la voie inhalatoire paraît y être à peu près inconnue sauf à Plombières, où ce mode d'utilisation de l'émanation est mal pratiqué, sauf encore aux étuves d'Aix, de Luchon, de Bagnols de la Lozère, d'Aix, ou en utilisant l'émanation du radium de ces eaux on a tout l'air de faire incidemment et peut-être « sans le savoir » de l'émanothérapie par la voie inhalatoire.

Pourquoi, puisque la voie inhalatoire constitue le mode d'administration le plus susceptible d'influencer la nutrition, les stations radio-actives françaises ne l'emploient pas ? Si ce n'est peut-être incidemment par la balnéation qui produit, somme toute, et le fait reste à peu près démontré des effets généraux sur la nutrition par les vapeurs émanifères respirées pendant le bain. Pourquoi, quand en France on utilise la voie inhalatoire c'est « sans le savoir » (Aix, Luchon...) ou sans technique (Plombières) ? Est-il difficile de faire en France des installations analogues à celles qui ont été faites en Allemagne pour permettre l'utilisation de l'émanation des sources radio-actives par la voie inha-

latoire? Certes non : ce n'est ni difficile, ni compliqué, si l'on choisit une installation simple, ni par là même très coûteux.

Les installations étant faites, les doses thérapeutiques à employer étant connues, la cure d'émanation pratiquée par la voie inhalatoire principalement et accessoirement par la voie digestive permettra d'obtenir le maximum de résultats intéressants sur la nutrition, la goutte, le rhumatisme en général, le rhumatisme goutteux en particulier et nombre d'affections (névralgies rebelles, sciatiques), surtout si elles sont de nature diathésique.

Développant ces idées générales au cours de ce travail nous allons successivement étudier :

- 1° Les données de la physique;
- 2° Les données pharmacodynamiques et thérapeutiques sur l'émanothérapie;
- 3° L'émanothérapie par les eaux minérales radio-actives;
- 4° Les enseignements pratiques et les recherches de contrôle de l'avenir.

A part quelques résultats thérapeutiques obtenus aux émanatoria de Baden-Baden nous apportons ici peu de faits nouveaux : ce travail a surtout pour but de poser un problème à résoudre; celui de la valeur curative des eaux radio-actives. Qui, en effet, à raison, des hydrologues français qui dédaignent les bienfaits thérapeutiques de l'émanation du radium employée par la voie inhalatoire, l'utilisent empiriquement et sans technique, quelquefois sans le

savoir, souvent pas du tout, et des hydrologues allemands qui dès que le radium et la radio-activité des eaux minérales furent découverts et où leurs propriétés thérapeutiques devinrent évidentes les ont utilisés et peut-être commercialisés un peu trop? Notre faible compétence nous oblige à observer une stricte réserve. Des résultats thérapeutiques intéressants ont cependant été obtenus. Ils semblent prouver, nous nous basons strictement sur les nombreux travaux publiés jusqu'à ce jour, que l'émanothérapie est un intéressant procédé thérapeutique.

Etudiée surtout en Allemagne, si les travaux qui lui ont été consacrés n'entraînent pas encore la conviction, il 'en est pas moins vrai que leur faisceau nous impose en France une vérification de leur valeur thérapeutique.

Cette étude déjà commencée à Lyon au point de vue clinique par M. le Professeur Teissier, M. Rebattu et M. Sarvonat, au point de vue physique par MM. les Professeurs Cluzet et Nogier, poursuivie pendant la guerre à Lamalou par M. le Médecin-Major Pappas au point de vue clinique, à Colombières-sur-Orb et au point de vue physique par M. Crémieu semble d'ailleurs avoir donné d'intéressants résultats. Mais nous croyons que des essais thérapeutiques de l'émanation s'imposent en France sur une plus vaste échelle. Les stations thermales françaises, ainsi que nous le montrerons possèdent tout le matériel expérimental suffisant et c'est principalement pour encourager à ces recherches scientifiques du plus haut intérêt les médecins des stations radio-actives que M. le Professeur Piéry nous a incité à rédiger ce modeste travail.

D'aucuns nous reprocheront de n'apporter ici qu'une revue générale. Nous répondrons qu'en tout cas les nombreux faits que nous sommes allés puiser directement aux sources allemandes étaient inconnus en France, et que, d'autre part, notre exposé a été poursuivi toujours dans un constant esprit critique. Enfin par l'exposé de méthodes pratiques d'émanothérapie ce sont des suggestions précises sinon une ligne de conduite que nous offrons aux chercheurs de l'avenir.

PREMIÈRE PARTIE

Les Données de la Physique

CHAPITRE I

a) ÉLÉMENTS RADIO-ACTIFS.

Cette étude qui sera d'ailleurs brève s'imposait : elle constitue normalement en effet le prologue du chapitre suivant qui traitera de l'émanation et sur laquelle nous nous étendrons davantage, la radio-activité des eaux minérales étant essentiellement due à la présence de l'émanation seule.

Nous avons déjà vu, que dès avant la découverte du radium, M. et M^{me} Curie avaient émis l'hypothèse que tous les composés radio-actifs contiennent à l'état de traces un même principe pur extrêmement radio-actif qui communique à ces composés leurs propriétés radio-actives et qu'ils appellent cet élément inconnu, encore problématique, le radium, qu'ils devaient d'ailleurs isoler bientôt, en 1898.

La question de la radio-activité paraissait donc devoir être relativement simple puisque d'après M. et M^{me}

Curie elle devait être uniquement rapportée à la présence du radium dans les éléments radio-actifs; les physiciens démontrèrent bientôt que le phénomène était en réalité beaucoup plus compliqué et on admit à l'heure actuelle l'existence d'une trentaine de corps possesseurs de la radio-activité. Sans entrer dans des détails qui dépassent notre compétence et nous entraîneraient hors de notre sujet nous allons succinctement résumer ce que l'on sait actuellement sur ces éléments radio-actifs et nous allons successivement étudier : l'uranium, l'ionium, l'actinium, le thorium et le radium.

Uranium. — Son poids atomique est 283,5. C'est un métal volatil dans l'arc, dont les sels sont colorés et quelques-uns spontanément phosphorescents. Les sels d'uranium sont solubles dans un excès de carbonate d'ammoniaque; l'azotate est soluble dans l'éther et l'acétone; l'oxalate est soluble. L'uranium émet des radiations propres qui sont l'émanation produite par la destruction atomique de la matière du métal laquelle en conséquence doit forcément se détruire; sa destruction d'ailleurs sera extraordinairement lente, elle aura lieu dans 8 ou 9 milliards d'années. En se détruisant, l'uranium doit donner le radium.

Uranium X. — Il est moins volatil que le précédent. Ses sels sont insolubles dans le carbonate d'ammoniaque; son azotate est insoluble dans l'éther. Il se détruit en 32 jours, est donc très instable et fournit des rayons β . et γ .

Ionium. — Il fournit des rayons α . Il a été séparé

des résidus d'uranium par l'oxalate d'ammoniaque d'où on le précipite par l'eau oxygénée.

Actinium. — Il ne donne pas de radiations par lui-même. Ses dérivés secondaires seuls sont actifs. La série de ses transformations est la suivante : 1° Radio-actinium qui produit des rayons α . Sa durée est de 28 jours; 2° Actinium X qui émet des radiations α . Sa durée est de 15 jours; 3° Emanation qui se condense à une plus faible température que celle du radium et qui disparaît presque instantanément; 4° Actiniums secondaires A B C qui durent très peu se détruisent en émettant les trois rayons α . β . γ . se transmutant en dernier lieu en hélium.

Thorium. — Il possède lui aussi, sans présence du radium la propriété de se désagréger en produisant des corps secondaires qui émettent des radiations et donne naissance à huit dérivés : mésothorium₁; mésothorium₂; radio-thorium; thorium X; émanation du thorium; et enfin thoriums A. B. C.

Radium. — Son poids atomique est 226,5. Il fournit un spectre caractéristique; il est lumineux; son chlorure et son bromure sont très solubles, son sulfate insoluble comme celui du baryum. Sa destruction se fait en trois mille ans. Il a des propriétés physiques, chimiques et biologiques.

Propriétés physiques et chimiques.

Les principales et en particulier les plus intéressantes pour la thérapeutique sont les suivantes :

1° *Dégagement de chaleur.* — Un gramme de ra-

dium en une heure dégage environ 110 petites calories et peut fondre à peu près son poids de glace.

2° *Dégagement d'électricité.* — Les rayons α . du radium sont chargés d'électricité positive; les rayons β . d'électricité négative; le radium et ses composés rendent les corps conducteurs de l'électricité;

3° *Impression des plaques photographiques.* — Les rayons du radium impressionnent les plaques photographiques, ce qui permet d'obtenir des radiumgraphies;

4° *Ionisation.* — Le radium rend l'air bon conducteur d'électricité; il a le pouvoir de dissocier les particules de l'air en éléments appelés ions qu'il charge d'électricités égales et de signes contraires; c'est cette propriété que l'on utilise pour mesurer la puissance radio-active émise hors des appareils destinés à la radiumthérapie. La mesure se fait au moyen de l'électroscope à feuilles d'or; lorsque l'appareil est chargé la feuille d'or s'éloigne de la tige et dès qu'on en approche un appareil à radium, par suite de l'ionisation de l'air, l'électroscope se décharge et la feuille d'or retombe plus ou moins vite. Il suffira de mesurer les vitesses de chute de la feuille d'or d'abord pour une matière d'activité connue et égale à l'unité, ensuite pour la substance à étudier pour avoir un rapport fournissant en nombre l'activité de cette dernière; mais pour mesurer cette vitesse de chute il sera nécessaire de chronométrer le temps pendant lequel elle aura baissé d'une certaine quantité, or si la matière est trop active la chute sera trop rapide pour être chronométrée avec précision. On remédie à cet inconvénient

en adjoignant à l'électroscope des appareils appelés condensateurs ou capacités ayant pour but en les chargeant de quantités d'électricité considérable de faciliter les mesures en rendant la décharge plus lente;

5° *Réveil de la phosphorescence de certains corps.* — Le radium éclaire l'écran au platino-cyanure de baryum;

6° *Passage à travers les corps.* — Les rayons du radium passent à travers des corps liquides et solides (livre, pierre) et l'écran au platino-cyanure de baryum derrière ces corps continue à s'éclairer. Le plomb, l'argent, le platine sont ceux qui opposent la résistance la plus grande pour se laisser traverser.

Propriétés Biologiques.

Des graines exposées huit jours au rayonnement, puis plantées perdent leur faculté de germination (Matout).

Des feuilles de plantes exposées au radium jaunissent et s'effritent (Giesel).

Les tissus des animaux inférieurs en voie de croissance se modifient sous l'action du radium. (Bohn.)

Une solution radifère à une action retardante non seulement sur les cultures, mais sur les réensemencements de cultures de staphylocoques et de gonocoques (Wickham).

Le radium a des actions sur les tissus de l'organisme humain que l'on a utilisées en thérapeutique : c'est la radiumthérapie.

Le radium ou plutôt sa première forme de désagrég-

gation, l'émanation a des actions en médecine interne qui ont été utilisées en clinique et en crénothérapie.

Le radium est un corps qui se désagrège spontanément. Sa première forme de désagrégation est l'émanation ou émanium que nous étudierons en détail dans le chapitre suivant. Celle-ci à son tour émet des produits actifs, résultat de sa propre désintégration et qui sont les radiums A. B. C. D. E¹ E² F. Ces radiums sont des radiums secondaires qui se distinguent les uns des autres par des propriétés physiques et chimiques assez différentes. Le radium F. ou polonium est le plus stable, il vit 206 jours; le radium C est le plus instable, il se détruit en une demi-heure et produit les trois radiations α . β . et γ . que l'on utilise surtout en médecine et qui se distinguent les uns des autres par des propriétés particulières qui font qu'en radiumthérapie on utilise suivant les résultats que l'on veut obtenir tels ou tels rayons.

Rayons α . — Ils sont attribués à des atomes. Ressemblant à de véritables projectiles, ils sont animés d'une vitesse de translation égale au dixième ou au vingtième de la vitesse de la lumière. Ils sont analogues aux rayons X mais non identiques : leur pouvoir de pénétration est beaucoup plus grand d'où leur utilisation en thérapeutique et surtout dans les méthodes émanifères. Ils sont moins pénétrants que les rayons α et γ . et sont chargés d'électricité positive; leur proportion dans le rayonnement émis hors du radium est la plus considérable, elle est de 90 pour 100.

Rayons β . — Ces rayons sont des électrons, de nature électro-magnétique par conséquent. Ils sont char-

gés d'électricité négative et sont analogues aux rayons cathodiques de l'ampoule de Crookes, mais ont un pouvoir de pénétration 500 fois plus grand. En traversant une substance organique ou inorganique ils donnent naissance à des rayons secondaires, les rayons β . secondaires que l'on utilise ou supprime en thérapeutique (rayons de Sagnac).

Rayons γ . — Ils sont considérés comme une pulsation de l'éther et ne contiennent pas d'électricité; bien qu'analogues aux rayons X, ils s'en distinguent par un pouvoir de pénétration incomparablement plus grand; ils sont donc indispensables pour agir en thérapeutique à de grandes profondeurs, mais ne sont émis que dans la proportion de 1/100°.

Les radiums secondaires désagrégés aboutissent en dernier lieu à une transmutation en hélium. Les divers rayons dont nous venons de parler sont utilisés en radiumthérapie; il convenait de tracer brièvement leurs propriétés mais nous ne nous étendrons pas davantage sur leur utilisation, l'émanothérapie seule et surtout l'émanothérapie crénotherapique, son utilisation et sa valeur thérapeutique devant essentiellement constituer le but de ce travail. Tels sont les éléments radio-actifs; leur étude succincte s'imposait, tous ces corps au point de vue hydrologique jouant un rôle dans la radio-activité des eaux minérales, dans la production de l'émanation et des gaz rares (néon, crypton, argon, hélium); or, si l'on ne sait rien sur la valeur thérapeutique de ces derniers gaz, la valeur thérapeutique de l'émanation du radium est beaucoup mieux connue tant en clinique qu'en crénothérapie, c'est cette valeur thérapeu-

tique que nous essaierons de fixer d'ailleurs autant que nous sommes capables de le faire dans les chapitres suivants.

b) EMANATION DU RADIUM.

Nous avons très succinctement étudié dans le paragraphe précédent les éléments radio-actifs. L'étude de l'émanation du radium nous retiendra plus longtemps puisque d'une manière générale et schématique l'on peut dire que pour toutes les eaux généralement connues comme radio-actives le phénomène reconnaît, pour cause, la présence de l'émanation seule, exception faite d'après Mache et le fait n'est pas encore établi d'une manière rigoureuse pour la radio-activité des eaux de Gastein qui contiendraient des quantités infinitésimales de sels de radium et auraient ainsi une activité durable, nous étudierons ensuite après avoir fixée la valeur biologique de l'émanation ses modes d'utilisation en clinique et en crénothérapie; nous essaierons enfin d'établir la valeur thérapeutique de l'émanation en crénothérapie en donnant les résultats obtenus par la méthode inhalatoire à la station allemande de Baden-Baden.

Il nous a semblé intéressant avant même d'étudier les sources radio-actives de grouper dans un seul et même chapitre tout ce qui a trait à l'émanation et d'établir en outre que l'utilisation des eaux radio-actives en inhalations dans des émanatoria installés au griffon même des sources a permis aux Allemands d'ob-

tenir des résultats, limités sans doute, dans le traitement de certaines affections, mais que les stations radio-ractives françaises n'ont pas obtenus, le mode d'utilisation scientifique de l'émanation, par inhalations, paraissent y être, non pas ignoré, mais à coup sûr négligé.

L'émanation du radium a été découverte par Rutherford et Soddy dans le thorium en juillet 1900; elle le fut peu après dans le radium. Née de la désintégration du radium et premier produit de cette désintégration, c'est un gaz soumis aux lois de Mariotte et de Gay-Lussac et qui possède un spectre caractéristique. Ce gaz ne peut traverser aucune substance, il est radio-actif par lui-même en ce sens qu'il dégage des rayons composés de particules de l'ordre α , rayons très faiblement pénétrants et se désagrège à son tour en produisant des produits actifs qu'il dépose sur tous les corps qu'il atteint; ces produits actifs constituent les radiums dits secondaires A. B. C. D. E¹. E². F. qui eux aussi se désagrègent en produisant les rayons α , β et γ . suivant un régime absolument régulier; ce sont ces derniers rayons qui constituent le rayonnement du radium. La conclusion qui s'impose est que l'émanation joue dans la puissance radio-active du radium un rôle capital; privé du contact de l'émanation le radium, en effet, serait à peine radio-actif, sa propriété d'émettre des rayons pénétrants lui vient de l'émanation par la voie indirecte qui constitue le phénomène de la radio-activité induite.

Le phénomène de la radio-activité induite a été découvert par P. Curie et M^{me} Curie avant l'émanation qui le produit (décembre 1899).

Nous avons vu que l'émanation par le dépôt de ses produits actifs a la propriété de rendre radio-actifs tous les corps avec lesquels elle entre en contact (eau, vaseline, substances quelconques, cellules de l'organisme); les eaux radio-actives (Gastein, Plombières, Luxeuil, etc.) offrent un exemple naturel de ce phénomène; qu'une nappe souterraine d'eau courante rencontre des terrains radifères sur sa route elle deviendra radio-active au contact de l'émanation; c'est par le même phénomène que le radium lui-même devient radio-actif au contact de l'émanation qu'il vient de produire.

La propriété radio-active ainsi conférée par l'émanation aux substances quelconques qu'elle rencontre est en raison directe quant à sa durée et son énergie de la longueur, de l'intensité du contact ainsi que de la nature des substances imprégnées : cette propriété acquise ne l'est que pour un temps variable et limité, la perte se fait suivant une loi étudiée et connue; elle est de moitié par demi-heure lorsque le corps imprégné de radio-activité n'est pas enfermé; lorsque le corps imprégné est enfermé, la perte correspond à la moitié de l'activité en quatre jours. Si, au contraire, l'émanation reste au voisinage du radium, comme elle est renouvelée au fur et à mesure de sa propre désintégration la radio-activité produite est plus durable, plus constante : si le radium enfin, est emprisonné dans un espace clos (tubes) l'émanation ne pouvant s'échapper dépose et accumule ses produits actifs et les rayons qui, eux, traversent les substances métalliques seront seuls utilisés : tel est le principe de la radium-

thérapie qui utilise seulement les rayons α , β , et γ . Cette méthode d'utilistion du radium et indirectement de l'émanation ne nous retiendra pas plus longtemps; nous n'avons en effet l'intention d'étudier ici que la mesure de la radio-activité.

Mesure de la radio-activité.

Principe de la mesure. — Les corps radio-actifs déchargent les corps électrisés parce qu'ils rendent l'air plus conducteur de l'électricité. Ils produisent, en effet, le phénomène de l'ionisation, c'est-à-dire qu'ils provoquent la dislocation des molécules gazeuses en deux ions : l'un positif, l'autre négatif. On conçoit par suite que l'on puisse indirectement mesurer la radio-activité d'un corps radio-actif par son pouvoir d'ionisation et cette ionisation par la mesure de la décharge d'un système électrisé porté dans un milieu plus conducteur.

On chargera donc un électroscope de capacité connue et préalablement étalonné. L'écart des feuilles d'or correspondra à la charge évaluée en volts. La chute du potentiel évaluée en volts dans l'unité de temps pourra être considérée comme une mesure de l'ionisation et par suite de la radio-activité.

Unités médicales de radio-activité. — Nous venons de voir que l'on peut mesurer la radio-activité par la chute du potentiel évaluée en volts dans l'unité de temps.

Unité Mache. — Cette différence de potentiel étant connue, on peut exprimer aussi la radio-activité par

l'intensité du courant correspondant exprimée en unités absolues d'après la formule :

$$I = \frac{C \cdot V}{T}$$

i = l'intensité du courant.

c = la capacité de l'électroscope.

v = la chute de potentiel évaluée en unités électrostatiques.

t = l'unité de temps évaluée en secondes.

Le chiffre ainsi obtenu étant très petit, Mache le multipliant par mille a créé l'unité qui porte son nom et l'on peut établir la correspondance suivante : 2,6 unités Mache équivalent à 300 volts par heure et par litre comme mesure de l'ionisation et par suite de la radio-activité.

Unités de quantité d'émanation. — Les différents travaux qui ont été publiés sur la radio-activité établissent celles-ci d'après les unités différentes, ce qui peut porter à confusion; il est cependant assez facile de résoudre cette difficulté.

Dans ses premiers travaux, Curie a évalué la radio-activité en milligrammes-minutes, les Allemands comme nous venons de le voir ont préféré prendre comme point de comparaison une charge électrostatique conventionnelle qu'ils ont dénommée Mache. Pour réparer ces incohérences, le Congrès de Radiologie de Bruxelles a établi une unité plus rationnelle à laquelle on a donné le nom de Curie, c'est l'unité actuellement admise. Rien de plus simple que de ramener le milligramme-minute ou l'unité Mache au Curie. Le milligramme-minute est la quantité d'émanation

produite en une minute par un milligramme de bromure de radium $R^2 Br^2$ rapporté à 10 litres d'eau ou de gaz. Pour passer du milligramme-minute au millimicrocurie (sous-multiple du curie utilisé en radio-hydrologie), il suffit de multiplier la valeur indiquée en milligrammes-minutes par 7,34.

Le Mache est égal à 0,4 millimicrocurie, il suffit donc de multiplier par 0,4 la valeur fournie en Mache pour obtenir l'équivalence en unité officielle.

Soit, par exemple, une eau qui émet des gaz dont la radio-activité est évaluée à 10,50 milligrammes minutes, en multipliant par 7,34 nous obtenons 77,07, ce qui exprime la même valeur en millimicrocuries. Soit, d'autre part, une source émettant des gaz évalués à 80,5 unités de Mache, on obtient en multipliant par 0,6 le nombre 16,2 qui est en millimicrocuries l'expression de la radio-activité d'un litre de gaz.

Le Curie est la quantité d'émanation en équilibre avec un gramme de radium élément. Cette valeur est très grande, aussi a-t-on établi des sous-multiples. Pour nous rendre mieux compte de la valeur comparative de ces unités de quantité d'émanation, nous allons les réunir dans le tableau suivant :

CURIE	MILLICURIE	MICROCURIE	MILLIMICROCURIE
Quantité d'émanation en équilibre avec un gramme de radium élément.	Quantité d'émanation en équilibre avec un milligramme de radium élément.	Quantité d'émanation en équilibre avec un microgramme ou milliè- me de milligramme de radium élément	Quantité d'émanation en équilibre avec un milliè- me de microgramme ou milliardième de gramme de radium élément.

Dans les mesures radio-hydrologiques, Moureu et Lepape rapportent toujours la valeur trouvée au litre d'eau ou de gaz. Avec les données précédentes, il est facile de convertir en millimicrocuries les chiffres fournis par les auteurs avant le Congrès de Bruxelles.

En résumé, on mesurera la quantité d'émanation mise en jeu par l'augmentation de la conductibilité de l'air, elle-même mesurée par l'électroscope à feuilles d'or préalablement étalonné. L'expérience montre qu'au point de vue thérapeutique et c'est surtout ça qui nous intéresse, la quantité d'émanation doit être telle que par litre d'air et par heure, on obtienne dans une pièce de cubage restreint et déterminé une chute de potentiel oscillant entre 250 à 450 volts, soit 2 à 4 unités Mache, ou que la quantité d'émanation présente soit de 0,8 à 1,6 millimicrocurie par litre de gaz.

CHAPITRE II

RADIO-ACTIVITÉ DES EAUX MINÉRALES.

Dès 1904, M. Laborde préparateur de Curie reconnut que les eaux dites « indéterminées » ou à faible minéralisation de la nomenclature médicale laissent échapper à leur source des quantités mesurables, parfois considérables de gaz radio-actifs et en particulier d'émanation du radium. Telles sont les eaux de Plombières, Luxeuil, Méris, Baden-Baden, etc.

Les études faites depuis sur la radio-activité des eaux minérales sont nombreuses; elles ont malheureusement d'abord l'inconvénient de ne pas avoir été toutes publiées, ensuite d'être disséminées dans un nombre considérable de publications. Curie et Laborde ont fixé la radio-activité d'un certain nombre d'eaux minérales; Moureu et Lepape se sont occupés de la radio-activité d'un certain nombre d'autres ainsi que du dosage exact de leurs gaz rares : Vincenti, Alpago, Dewar, Ramsay, Mache, Géhlhoff, Knett, le baron Blanc, Brochet, Herich, M. Bardet, M. Cluzet, M. Nogier ont aussi publié les résultats de leurs recherches. Malgré la grande valeur de ces travaux la question n'est pas encore au point et ne le sera probablement que le jour où M. Moureu aura mené à fin et publié entièrement les gigantesques travaux qu'il a entrepris sur la radio-activité et les gaz rares des eaux minérales.

En matière de radio-activité des eaux minérales, il y a lieu de distinguer la radio-activité des gaz qui se dégagent spontanément au griffon et celle de l'eau.

a) *Gaz spontanés.* — Partant de ce principe que suivant une loi connue, l'émanation du radium est rigoureusement diminuée de moitié au bout de quatre jours, on se contentait autrefois, étant donné que pour doser l'émanation il est nécessaire d'avoir à sa disposition un matériel délicat, de faire l'essai de la radio-activité au laboratoire le quatrième jour et de doubler les chiffres obtenus à ce moment pour connaître et fixer la radio-activité des gaz au griffon. Actuellement l'essai a lieu au griffon même de la source : on le fait

sur place, au moyen de l'appareil de M. Chéneveau et Laborde qui permet de caractériser et de doser l'émanation du radium. Cet appareil se compose essentiellement d'un cylindre métallique surmonté d'un électroscope isolé par une pièce en ambroïde. La feuille de l'électroscope communique métalliquement avec une tige de laiton située dans l'axe du cylindre. On introduit dans le cylindre un volume connu de gaz spontanés préalablement desséchés et on mesure la vitesse de chute de l'électroscope lorsque l'émanation du radium a atteint son équilibre radio-actif (trois heures après l'introduction des gaz dans le cylindre). La quantité d'émanation est appréciée en millimicrocuries par litre de gaz à l'émergence. Le millimicrocurie est la quantité d'émanation en équilibre avec un millième de microgramme, c'est-à-dire avec un millardième de gramme de radium; cette unité de mesure est un sous-multiple du « Curie » qui est la quantité d'émanation en équilibre avec un gramme de radium, valeur immense ayant nécessité l'établissement de sous-multiples dont le millimicrocurie est le seul utilisé en radio-hydrologie. Autrefois, pour évaluer la quantité d'émanation d'une eau minérale on se servait du « milligramme-minute », qui est la quantité d'émanation produite en une minute par un milligramme de bromure de radium pur, $Ra\ Br^2$ rapporté à 10 litres d'eau ou de gaz. Les premières mesures de la radio-activité des eaux minérales ayant été faites en employant cette unité, il en résulte une certaine confusion si l'on veut comparer les résultats obtenus autrefois par Curie et Laborde en particulier, à ceux

qu'obtiennent aujourd'hui MM. Moureu et Lepape, la lumière est d'ailleurs relativement facile à faire car pour passer du milligramme-minute au millimicrocurie, il suffit de multiplier la valeur indiquée en milligrammes-minutes par $7,34$, de même que pour passer de l'unité Mache au millimicrocurie, il suffit de multiplier par $0,4$ la valeur fournie en unités Mache.

b) *Eau*. — L'eau peut contenir à la fois en dissolution l'émanation du radium corps radio-actif gazeux, et du radium sous forme de sel.

La détermination de l'émanation du radium dissoute se fait sur place. On extrait par ébullition prolongée les gaz dissous. Ceux-ci qui contiennent la totalité de l'émanation dissoute sont entraînés par un courant d'air dans l'appareil de MM. Chéneveau et Laborde et étudiés comme les gaz spontanés. La quantité d'émanation est appréciée en millimicrocuriés par litre d'eau à l'émergence.

La recherche et le dosage du radium à l'état de sel en solution se fait loin de la source, l'outillage nécessaire pour l'établissement de ce dosage étant compliqué. On évapore 50 litres d'eau à sec. Le résidu est repris par l'acide chlorhydrique dilué, et la partie insoluble traitée successivement par l'acide fluorhydrique, le carbonate de soude (par fusion) et l'acide chlorhydrique, donne une liqueur qu'on ajoute à la première. La solution chlorhydrique est alors portée à l'ébullition dans un ballon de 2 litres pour chasser toute l'émanation présente, puis le ballon scellé est abandonné pendant un laps de temps. Pendant ce temps, l'émanation régénérée par le radium s'accumule dans la solution : on la dose et de cette mesure

on déduit la quantité de radium qui lui a donné naissance et par suite qui est présente à l'état de sel dans l'eau étudiée : cette quantité est exprimée en microgrammes.

M. Moureu a entrepris de déterminer la radio-activité des eaux minérales, la tâche est immense et n'est pas terminée : nous allons néanmoins avant de développer quelques idées générales sur la radio-activité des eaux minérales dresser trois tableaux : dans le premier, nous donnons par ordre de radio-activité exprimée en millimicrocuries par litre la radio-activité des sources françaises que nous connaissons; dans un second, adoptant la classification des eaux minérales actuellement admise nous donnons par ordre de radio-activité la quantité d'émanation que contiennent les quelques sources de chaque classe que nous connaissons à ce point de vue; cela nous permettra par la suite quelques rapprochements intéressants; dans un troisième enfin, nous donnons la radio-activité de quelques sources allemandes et autrichiennes que nous connaissons, groupées aussi par ordre de grandeur de leur coefficient de radio-activité.

Voir Tableau ci-contre

TABLEAU des quantités d'émanation de radium contenues dans diverses sources françaises classées par ordre de grandeur de leur coefficient de radio-activité.

STATIONS	SOURCES	Emanation du radium en millimicrocuries par litre à l'émergence
La Bourboule.....	Choussy	141.50
Bagnères de Luchon .	Bordeu n° 1.....	118.05
	Bordeu n° 2.....	90.92
	Pré n° 1.....	65.96
	Saule n° 2.....	60.76
	Ferras enceinte .	27.02
Plombières.....	Vauquelin	86.26
	n° 3.....	78.51
	n° 5.....	45.03
	Trou du Capucin	33.77
La Chaldette		82.50
Evaux les Bains (Creuse)	Source Cæsar... .	80.09
	Pulverarium... .	53.44
Saint-Amand	Vauban	76
Sail-les-Bains	Du Hamel	46.8
Bains-les-Bains	Savonneuse.....	22.50
Aix-les-Bains.....	Alun.....	22.50
Grisy.....	Ys.....	21.80
Grisy.....		21.80
Dax.....	Trou des pauvres	21.33
Ax-les-Thermes.....	Viguerie.....	14.76
Bagnères-de-Bigorre .		14.76
Bourbon-Lancy	Lymbe	13
Maizières		9.45
Bussang.....		9.33
Luxeuil	Bains des Dames	8.00

STATIONS	SOURCES	Emanation du radium en millimicrocuries par litre à l'émergence
Luxeuil.....	Grand Bain.....	3.20
La Roche-Posay.....		7.45
Contrèxeville.....		7.45
Colombières-sur-Orb (Hérault).....		6.90
Néris.....	César.....	5.88
Bagnoles-de-l'Orne....		5.28
Barbotan.....		5.13
Santenay.....	Carnot.....	4.60
	Fontaine salée..	3.29
	Lithium.....	3.36
Eaux-Chaudes.....		4.84
Eaux-Bonnes.....		4.25
Mont-Dore.....	Chanteurs.....	4.25
Salins-Moutiers.....		4.25
Vichy.....	Chomel.....	4.09
	Célestins.....	4.58
	Mesdames.....	0.76
	Boussange.....	0.60
	Grande Grille...	0.30
	Hôpital.....	0.14
Cauterets.....	La Raillière...	3.80
	César.....	3.50
St-Honoré.....		1.25
Chatel-Guyon.....		1.25
Bourbon-l'Archambault.....	Thermale.....	1.17

Les Sources hydrominérales françaises (Classification de Max, Durand, Fardel). Quantités d'émanations contenues dans quelques sources de chaque classe.

I. — SULFUREUSES	STATIONS	Sulfureuses sodiques. SOURCES	Emanations de radium en millicuries à l'émergence,
	Bagnères-de-Luchon.....	Bordeu n° 1	118.05
	» »	» n° 2	90.92
	» »	Pré n° 1	65.96
	» »	Saule n° 2.	60.76
	» »	Ferras Enceinte.	27.02
	Ax.....		14.76
	Eaux-Chaudes...		4.84
	Eaux-Bonnes....		4.25
	Cauterets.....	La Rallièrre.	3.80
	» »	César.	3.50
II. — CHLORURÉES		Sulfureuses calci-ques.	
	Saint-Amand....	Vauban.	76
	Aix.....	Alun.	22.50
	Dax.....	Trou des pauvres..	21.33
	Saint-Honoré....		1.25
		1° Chlorurées sodiques.	
		La radio - activité d'aucune n'a été déterminée à notre connaissance du moins.	
		2° Chlorurées carbo-gazeuses.	
	Salins-Moutiers .		4.25
	Bourbon-l'Archambault....		1.17

	STATIONS	3 ^o Chlorurées bi-carbonatées. SOURCES	Emanations de radium en millicuries à l'émergence.
II. — Chlorurées (Suite)	Royat		4.84
	Châtel-Guyon....		1.25
III. — SULFATÉES		4 ^e Chlorurées bi-carbonatées arsenicales.	
	La Bourboule ...	Choussy.	141.50
		1 ^o Sulfatées sodiques. La radio - activité d'aucune n'a été déterminée à notre connaissance du moins.	
	Bagnères-de-Bigorre Contrèxeville.... Barbotan	2 ^o Sulfatées calciques.	14.76 7.45 5.13
IV. — Alcalines		3 ^o Sulfatées chlorurées.	
	Santenay	Carnot. Fontaine salée. Lithium.	4.60 3.29 3.36
		1 ^o Bicarbonatées sodiques.	
	Vichy	Chomel.	4.09
		Célestins.	1.58
		Mesdames.	0.76
		Grande Grille.	0.30
		Hôpital. Boussange.	0.14 0.60

IV. Alcalines	STATIONS	2° Bicarbonatées calciques. SOURCES	Emanations du radium en mil- licuries à l'émergence.
V. Ferru- gineuses	Bussang		9.33
VI. Fai- blement minéra- lisées.	La Roche Posay .		7.45
VII. — Radio-Actives.	Plombières	Vauquelin.	86.26
	» »	N° 3.	78.51
	» »	N° 5.	45.03
	» »	Capucins.	33.77
	Evaux-les-Bains .	César.	80.09
	» »	Pulvérarium.	53.44
	Bains-les-Bains..	Savonneuse.	22.50
	Grisy	Ys.	21.80
	Bourbon-Lancy..	Lymbe.	13
	Maizières		9.45
	Luxeuil		8
	Néris	César.	5.88
	Bagnole de l'Orne		5.28
VIII. In- détermi- nées.	Le Mont Dore . . .	Chanteurs.	4.25
	Sail-les-Bains . . .	Du Hamel.	46.8

TABLÉAU des quantités d'émanations contenues dans diverses sources allemandes et autrichiennes et classées par ordre de grandeur de leur coefficient de radio-activité. La radio-activité est exprimée ici en milligrammes-minutes.

STATIONS	SOURCES	Quantités d'émanations contenues dans 10 litres en milligrammes-minutes	
		EAU	GAZ
Gastein	Grabenbackerquelle.		69.6. (Curie.)
»	» »	11.0	40.0 (Macke et St-Mayer)
»	» »	10.6	40.0 (Engler-Sievecking)
»	Elisabethstollen.	9.4	29.2
»	Elisabethquelle. S	9.9	
»	» H	8.7	
»	» N	1.48	
Baden-Baden	Büttquelle.	7.65	
»	Mürquelle.	1.94	
Karlsbad	Eisenquelle.	3.87	
»	Mühlbrunnen.	2.23	6.6
»	Sprudel.	0.014	
Bad. Manheim	Karlsbrunnen.	1.74	
Bad. Soden am Taunus..	Champagnerbrunnen.	1.34	
Wiesbaden	Q. V. Kurtz Doktor.	0.84	
Obenwald	Hitenbrunnenquelle.	0.765	
Marienbad	Nebenquelle.	0.475	
Teplitz Schonau ..	Steinbadquelle.	0.465	
Spessart	Albertquelle.	0.433	
Franzensbad	Neuquelle.	0.068	

Il était intéressant avant de développer la question de la radio-activité des eaux minérales de dresser ces tableaux : ils permettent, en effet, une étude comparative rapide de la radio-activité des eaux minérales étudiées à ce point de vue jusqu'à ce jour.

Les eaux minérales radio-actives sont des eaux qui, au cours de leur trajet souterrain, venant à rencontrer des terrains radifères se sont chargées d'émanation à leur contact : la radio-activité des eaux d'ailleurs, n'est pas toujours due uniquement au radium et M. Blanc a reconnu dans les dépôts des sources de Salins-Moutiers et d'Echaillon une notable quantité d'émanation du thorium; cette émanation est dégagée par le radio-thorium, corps extrêmement radio-actif qui a pu être extrait de ces dépôts ainsi que des sédiments des sources de Kreuznach (Elster et Geitel). Les eaux radio-actives ne contiennent pas toujours du radium; leur émanation dans ce cas provient alors du sol traversé, comme nous l'avons vu. Quand il n'y a pas de radium l'eau reste inactive après ébullition; si elle renferme des traces de radium, l'émanation se reforme et la mesure de l'émanation qui a repris naissance au bout d'un temps connu permet de calculer la quantité de radium en solution. Des sources très voisines peuvent avoir des radio-activité très différentes, cette dernière étant fonction des terrains traversés. Il ne paraît pas y avoir de relation entre la radio-activité des eaux et leur température : il semble que les eaux les plus radio-actives appartiennent à la classe des faiblement minéralisées très chaudes (Plombières : 51° et 70°. Bains 49°. Bourbon-Lancy, 56°; mais si l'on songe, que, par contre, Gastein la plus radio-active des eaux

connues a une température de 32° seulement et que la source de Grisy dont la radio-activité est égale à peu près celle de Plombières sort du griffon à une température de 24° on voit qu'il n'y a aucune relation entre les deux éléments.

La plupart des eaux radio-actives ne contenant pas de radium au contact duquel l'émanation pourrait se régénérer par le phénomène de la radio-activité induite, leur radio-activité est une fonction essentiellement temporaire; le quatrième jour, elle a diminué de moitié et si l'on prend par exemple le chiffre 100 comme représentant la radio-activité du premier jour, on aura : Premier jour, 100; quatrième jour, 50; huitième jour, 25; douzième jour, 12,5; seizième jour, 6,25; vingtième jour, 3,12; c'est-à-dire qu'au bout de trois semaines on peut considérer la radio-activité comme disparue. Les propriétés radio-actives des eaux en conséquence ne peuvent avoir un maximum d'intérêt que si l'eau est utilisée dès sa sortie de la source ou dans un délai très court. Parler des propriétés radio-actives d'une eau exportée est donc commettre une erreur puisque, au bout de quelques jours, en effet, et suivant une loi définie l'eau minérale n'est plus qu'un cadavre d'eau minérale sans aucune propriété thérapeutique. En 1908, Beaudoin et Jaboin ont donné une note à la Société de Pharmacie, dans laquelle ils proposent une méthode de conservation du pouvoir radio-actif des eaux, en mettant dans le liquide une trace calculée de substance radio-active on arrive à éterniser pratiquement le pouvoir de l'eau au même degré; ce fait est très intéressant; la méthode cependant n'a pas été généralisée.

Il n'est pas douteux, en outre, que de grandes quantités d'émanation doivent s'échapper des terrains qui environnent les filons d'eau radio-actifs; les conséquences de ce fait peuvent devenir extrêmement intéressantes. En effet, dans la vallée du Mont-Dore, par exemple, entre La Bourboule et le Sancy, il se produit des dégagements gazeux radio-actifs en quantité considérable. De ces faits qui commencent à prendre quelque valeur, il est permis de supposer qu'à l'action de l'eau elle-même dans les stations de ce genre, il doit se surajouter des effets provoqués par l'émanation contenue dans l'air. C'est là une notion curieuse et suggestive car elle permet d'ajouter un nouvel élément à la climatothérapie. Une autre notion non moins curieuse et non moins suggestive a été mise au jour par M. Crémieu. Ce dernier, à la suite d'expériences faites à Colombières-sur-Orb, près Lamalou (Hérault), a démontré que la montagne du Carou constituée par des schistes primitifs est une véritable éponge d'acide carbonique et d'azote contenant une charge considérable d'émanation. En décarbonatant ces gaz, ou en les liquéfiant pour les distiller ensuite M. Crémieu a pu recueillir de l'émanation plus ou moins pure que le médecin-major Pappas a utilisée pendant la guerre en inhalations dans l'émanatorium de Lamalou, ainsi qu'on le verra dans l'étude physiologique de l'émanation que nous avons l'intention de faire; d'autre part, la quantité de gaz étant pour ainsi dire infinie, celui-ci peut servir à produire l'émanation en quantité considérable; ce fait nouveau peut à bref délai, révolutionner l'industrie à peine ébauchée du radium, car celui-ci n'est actif que par ses produits de désintégration, on peut donc se passer de lui, si l'on peut obtenir facile-

ment son émanation. Une dernière utilisation des sources radio-actives, enfin conséquence directe des notions que nous venons d'exposer, et qui peut prendre demain une importance inattendue, est celle que l'on peut faire de l'hélium. Ce gaz à la fin de la guerre allait être employé pour le gonflement de ballons inexplosibles. Or, les sources minérales et le grisou représentent l'unique gisement actuellement connu d'hélium.

MM. Moureu et Lepape viennent d'être chargés par le Gouvernement d'étudier à ce point de vue les sources minérales françaises.

De ces données, il résulte que la quantité d'émanation contenue dans un litre de gaz n'a aucune signification en elle-même si elle n'est pas complétée par celle de la quantité des gaz émis par la source en 24 heures. Il est bien évident que si une eau émet des gaz très riches en émanation mais très peu abondants, elle sera moins intéressante que telle autre qui moins riche dégagera des torrents de gaz.

Si le dégagement de La Bourboule par exemple est si intéressant (141 millimicrocuries par litre de gaz), c'est que le débit est considérable (83 mètres cubes par 24 heures) représentant une puissance radio-active de 66 milligrammes de radium. Or, dans la vallée de la Dordogne, de La Bourboule, jusqu'au Mont-Dore, il se dégage partout des quantités très importantes de gaz, dernières traces de l'activité volcanique. Bertrand était donc dans la logique en soutenant qu'au Mont-Dore, l'atmosphère des sources jouait un rôle important dans la cure de cette station.

La source Boussange, par contre, qui fournit l'eau aux services balnéothérapeutiques de l'établissement de

Vichy, a une radio-activité infime (0,602 millimicrocurie par litre de gaz), mais comme la quantité de gaz atteint un mètre cube à la minute, soit 1,440 par jour, la puissance radio-active de cette eau atteint encore près de 7 milligrammes de radium, dix fois moins seulement que celle de la source Choussy quoique cette dernière ait, au litre de gaz une teneur en émanation 236 fois plus forte.

A ce point de vue, enfin les sources d'Evaux sont non moins significatives. Si on examine la radio-activité de la source César, en effet, on constate que cinq sources seulement ont une radio-activité supérieure à cette dernière; ce sont : Gastein, La Bourboule, Bagnères-de-Luchon (Bordeu), Plombières (Vauquelin) et La Chaldette; mais comme le débit gazeux des eaux est de 262.000 litres par an, Evaux, en définitive, produit des quantités d'émanation bien supérieures à Plombières, dont le débit gazeux est de 17.520 et La Chaldette dont le débit gazeux est de 16.800. Au point de vue du débit d'émanation, par conséquent une seule station française dépasse Evaux, c'est La Bourboule; et encore, comme le font remarquer MM. Cluzet et Nogier qui ont particulièrement étudié la station d'Evaux au point de vue de la radio-activité, la source Choussy, dans ses trente millions de gaz annuels comprenant près de 25.500.000 litres d'anhydride carbonique, il faudrait, pour l'employer, dans des émanatoria, supprimer les 95 % de ces gaz nocifs.

Les notions que nous venons d'exposer prouvent donc que la quantité d'émanation contenue dans un litre de gaz n'a aucune signification en elle-même, si elle n'est pas complétée par celle de la quantité de gaz

émis par la source en 24 heures.

Laborde et Lepape qui ont recherché la présence du radium et du thorium dans un certain nombre de dépôts, à Vichy, Néris, Luxeuil et Santhenay, ont prouvé que ces derniers contenaient une quantité infiniment faible de radium, la teneur oscillant autour de 1 milligramme par tonne de matière. Mais il ne faut pas oublier que ces métaux existent dans tous les terrains à l'état de traces, notamment dans les terrains éruptifs. Les notions nouvelles cependant permettent de considérer que la teneur en métaux radio-actifs des divers terrains est de 100 à 1.000 fois moindre que dans les dépôts étudiés. On peut peut-être en conclure qu'il s'est fait au bénéfice des boues minérales une ségrégation des métaux actifs. Ce phénomène est le même que celui qui a amené dans les eaux la présence des métaux lourds.

Une dernière notion est à tirer de l'examen des tableaux dressés antérieurement. Aux stations radio-actives françaises, la cure inhalatoire d'émanation est à peu près inconnue ou n'est pas pratiquée suivant une technique scientifiquement établie. En Allemagne par contre, cette cure se fait dans des établissements spéciaux, les émanatoria; or, et le fait est assez curieux, bien qu'en France cette notion paraisse ignorée, c'est dans des stations telles que Luchon, Evaux, Ax, Aix, Bagnoles-de-la-Lozère, stations éminemment radio-actives qu'on utilise sans le savoir, empiriquement, l'émanation du radium en inhalation dans des étuves rappelant les émanatoria allemands. Le fait vaut la peine d'être signalé; il est, en effet, probable que dans ce cas les éléments radio-actifs doivent intervenir, car

ce sont les mêmes affections que celles relèvent de la cure d'émanation qui sont améliorées à ces stations; il est probable même que ce ne sont pas les agents les moins intéressants.

Nous avons vu que les corps radio-actifs, l'émanation par conséquent qui permet la transmutation du radium en radiums secondaires A. B. C. D. E¹ E² F. aboutissent en dernier lieu, et par transformations successives à la formation d'hélium et de gaz rares; la question des gaz rares est donc intimement liée à la radio-activité. Avant d'aborder ce sujet, pour nous permettre d'établir un parallèle entre la radio-activité et la présence des gaz rares dans les eaux minérales, et de tirer des conclusions, nous allons dresser un tableau établissant les quantités d'hélium et de gaz rares contenus dans quelques eaux. Les sources sont groupées dans l'ordre des teneurs en hélium, ce gaz étant, à tort ou à raison celui qui préoccupe le plus aujourd'hui les hydrologistes; les chiffres que nous donnons sont empruntés à M. Moureu, cet auteur étant celui dont la parole fait autorité en la matière.

Voir Tableau ci-contre

STATIONS	SOURCES	Hélium p. 100	Gaz rares (en bloc pour 100)
Maizières.....		5.340	6.390
Grisy.....	Source d'Ys.....	2.080	3.360
Bourbon-Lancy...	Le Lynbe.....	1.840	3.040
».....	Reine.....	1.750	2.900
Néris.....	Puits de Cœsar.....	1.060	2.160
Saint-Honoré.....		0.910	2.080
Luxeuil.....	Bains des Dames...	0.870	2.030
».....	Grand Bain.....	0.770	2.110
Eaux-Bonnes.....	Vieille.....	0.610	1.800
Bussang.....	Demoiselles.....	0.328	0.570
Bagn.-de-Luchon.	Saule N° 2.....	0.321	1.594
».....	Pré N° 1.....	0.285	1.60
».....	Bordeu N° 2.....	0.151	1.40
».....	Grande source Bordeu, g-Française	0.085	1.395
Plombières.....	N° 3.....	0.292	1.780
».....	Vauquelin.....	0.258	2.030
».....	N° 5.....	0.104	1.650
Cautèrets.....	Cœsar.....	0.237	1.560
».....	Manhourat.....	0.040	1.530
Salins-Moutiers...		0.210	0.770
Bains-les-Bains...	Grande source.....	0.198	1.240
Gastein.....		0.169	1.350
Eaux-Chaudes.....	Esquirette.....	0.140	1.430
Ax.....	Viguerie.....	0.099	1.55
Dax.....	Trou des pauvres ..	0.005	1.2
».....	Néhé.....	0.0017	1.44
Bagn.-de-Bigorre..	Salies.....	0.04	1.60
Vichy.....	Grande Grille.....		0.108
».....	Célestins.....		0.015
Pougues.....	Saint-Léger.....		0.015

Tous ces gaz ont pris pendant ces derniers temps une importance thérapeutique, d'autant plus grande que jusqu'en 1910, on ne connaissait guère que l'acide carbonique, l'azote et l'oxygène dans les eaux miné-

les. Si nous examinons la colonne du tableau consacrée aux gaz rares en totalité, nous constatons que toutes les eaux en contiennent une quantité ou forte, ou faible. L'eau de Maizières en contient en très grande quantité 6,39 pour 100 du volume total des gaz, tandis que l'eau des Célestins et l'eau de Pougues ne donnent que l'infime quantité de 0,015 pour 100. On constate, en outre, en examinant la nature des eaux et leur température que les eaux les plus actives au point de vue médicamenteux, telles que les eaux bicarbonatées sodiques de Vichy, sont celles qui fournissent la plus faible teneur en gaz rares; les eaux les plus riches sont au contraire ou des **eaux** indéterminées (radio-actives pour la plupart d'après nous) ou des chlorurées faibles. Il n'y a donc aucune corrélation entre la richesse minérale d'une eau et sa teneur en gaz rares et il est très intéressant d'ores et déjà de faire remarquer et de constater que les eaux indéterminées ou très faiblement minéralisées, dont nous ferons pour la plupart des radio-actives, sont riches en gaz rares, en même temps que plus ou moins radio-actives, car nous avons l'intention de rattacher leur activité à ces propriétés nouvelles.

En rapprochant la température des sources de leur titre en gaz rares, on voit qu'il n'existe aucun lien entre la thermalité et la richesse en gaz; les deux eaux les plus chargées en effet, Maizières et Grisy ont une température de 10° pour la première et de 24° pour la seconde, tandis que Bourbon-Lancy qui vient après a une température de 55°. Maizières et Grisy sont donc les deux sources proportionnellement les plus riches en gaz, mais leur débit gazeux étant restreint, c'est

Bourbon-Lancy, source proportionnellement bien moins riche en gaz, mais infiniment plus gazeuse qui en fournit annuellement les quantités les plus considérables, ainsi que l'indique le tableau ci-dessous encore emprunté à M. Moureu.

Débit gazeux total par an en litres	Débit annuel de l'hélium en litres
Bourbon-Lancy 547.500	10.074
Maizières..... 18.250	974
Ax..... 560 640	543
Luxeuil..... 36.354	280
Plombières (Vauquelin)... 17.520	45
» N° 3. 14.381	42
Bains..... 4.831	9.7

Ainsi donc, les quantités d'hélium ne sont vraiment importantes que pour la source de Bourbon-Lancy qui fournit douze fois plus d'hélium que Maizières quoique cette dernière source ait un mélange plus riche; cela tient à ce que l'afflux des gaz est beaucoup plus important à Bourbon-Lancy.

Quels sont ces gaz rares? En général l'hélium domine, le reste est constitué par l'argon, le crypton, le néon, et le xénon; tous comme l'hélium sont liés à la fonction radio-active. Un lien absolu est donc établi entre l'existence des gaz rares et la présence de l'émanation; mais cette relation est loin d'avoir une valeur proportionnelle. Si dans les tableaux précédemment

dressés, nous comparons les deux colonnes, radio-activité et gaz rares, on constate que les eaux riches en gaz rares ne sont pas toujours les plus actives et réciproquement que les eaux très radio-actives ne sont pas toujours les plus chargées en gaz. Ainsi Bourbon-Lancy qui fournit 3 pour 100 de gaz rares a un pouvoir radio-actif de 1; Maizières qui possède 6,3 pour 100 de gaz rares a un coefficient radio-actif de 0,7. tandis que Gastein qui a un pouvoir radio-actif de 39,6 ne fournit que 1,3 pour 100 de gaz rares.

M. Moureu a fourni l'explication de ce fait qui à première vue peut sembler paradoxal. L'émanation se perd au bout de quelques jours et se transforme en gaz rares, par conséquent une source ne pourra rester radio-active au griffon que si le lieu où elle se charge d'émanation est très proche; au contraire, si ce lieu est éloigné, la radio-activité disparaît tandis que les gaz rares sont abondants. La radio-activité d'une eau minérale est donc en raison inverse de la distance où elle se charge d'émanation; plus le lieu où elle se charge d'émanation est proche, plus elle sera radio-active et moins elle contiendra de gaz; comme corollaire plus le lieu où elle se charge d'émanation est loin plus elle contiendra de gaz rares et moins elle sera radio-active. Ces données sont intéressantes à connaître beaucoup plus au point de vue géologique qu'hydrologique, principalement pour l'exploitation des terrains radifères; les liens qui réunissent la présence des gaz rares à l'existence des terrains radifères sont surtout visibles dans le Morvan; Maizières, Grisy, Bourbon-Lancy qui sont les sources les plus chargées en gaz rares sont, en effet, situées sur une ligne droite

qui va du nord-est au sud-ouest. Ces trois stations sont placées dans une région de terrains primitifs fortement imprégnés d'uranium; on peut donc dire que les gaz contenus en grande quantité dans ces eaux ont pour origine le radium qui accompagne toujours l'uranium.

Radio-activité des eaux minérales. Présence de l'émanation; présence de quantités plus ou moins considérables des gaz rares sont donc des phénomènes liés intimement. Nous étudierons la valeur biologique de l'émanation ainsi que sa valeur thérapeutique, nous essaierons d'établir qu'elle est réellement indiscutable; il aurait été non moins intéressant de fixer aussi les propriétés physiologiques et thérapeutiques de l'hélium et des autres gaz rares; nous sommes malheureusement encore trop pauvres en résultats bien avérés sur la question. Les notions succinctes que nous avons posées néanmoins jusqu'ici vont nous permettre de faire dans le chapitre suivant des déductions thérapeutiques sur lesquelles nous nous baserons pour établir une classification des eaux radio-actives.

Essai de classification des « eaux radio-actives ».

Après avoir examiné les classifications diverses des eaux minérales, qui ont été faites ou proposées jusqu'à ce jour; après avoir établi les difficultés auxquelles on se heurte pour établir une telle classification; après avoir exposé les motifs pour lesquels en définitive on

est obligé de revenir à l'ancienne classification médicale, nous donnerons les raisons, elles sont basées sur des déductions thérapeutiques, qui nous permettent à notre avis de grouper un certain nombre d'eaux minérales dans une classe nouvelle, la classe des eaux radio-actives.

Au point de vue thérapeutique, une classification des eaux minérales a une grosse importance. M. Bardet écrit que « c'est le seul moyen d'encadrer les diverses stations de manière à établir des catégories capables de guider le médecin dans les choix et dans les applications »; cet auteur ajoute « que même à notre époque et malgré les acquisitions scientifiques vraiment importantes que nous avons pu faire dans la connaissance des eaux minérales, rien n'est plus difficile que d'établir une classification rationnelle de ce genre de médicament ».

La première classification des eaux minérales qui s'impose pour ainsi dire est la classification minéralogique. Pour l'établissement de cette dernière, il suffirait, semble-t-il, en principe, d'étudier avec soin la composition chimique des eaux minérales, de manière à former un tableau systématique qui ferait pour ainsi dire automatiquement des groupes au même titre que les minéraux. Mais s'il est simple dans la classification des minéraux de choisir un certain nombre de familles représentées par le corps principal de la combinaison envisagée, il est par contre bien difficile quand deux corps sont combinés de choisir entre ces derniers celui qui paraît le plus intéressant. Dans une classification minéralogique des eaux minérales, des difficultés du même ordre se retrouvent et sont même

peut-être aggravées, les eaux minérales en effet, réunissant souvent un nombre considérable d'éléments sans qu'il soit possible d'affirmer la prédominance de l'un ou de l'autre. En conséquence, si des catégories bien nettes peuvent être établies avec un certain nombre de types, les eaux sulfureuses et bicarbonatées par exemple qui normalement se diviseront en bicarbonatées sodiques et calciques, on se rend bientôt compte que la moitié des sources ne peuvent pas trouver leur place dans ces catégories.

Ces difficultés ont fait naître l'idée d'établir une classification basée sur les propriétés pharmacologiques des eaux. Bien que cela paraisse à première vue et simple et logique, il suffira de faire remarquer les difficultés qu'éprouvent les thérapeutes pour classer les médicaments d'après leurs propriétés physiologiques, de signaler les divergences de vues et d'opinions émises par les pharmacologues sur les propriétés physiologiques des médicaments, difficultés qui les ont conduits bien souvent à les ranger par ordre alphabétique, pour que l'espoir d'établir une classification pharmacologique soit d'ores et déjà abandonné, peut-être définitivement.

Pour vaincre ces difficultés, des médecins ont cru résoudre le problème en établissant des catégories, d'après les applications aux maladies; mais là encore, pour l'établissement d'une telle classification des difficultés en apparence insurmontables se dressent. Si, en effet, Vichy, par exemple, est considérée comme station souveraine pour les maladies du foie, si les stations sulfureuses s'adaptent en général au traitement des affections pulmonaires, si Bagnoles-de-l'Orne

est à peu près exclusivement spécialisée pour le traitement des affections veineuses, si Plombières reçoit les intestinaux ainsi que Chatel-Guyon et si les nerveux sont envoyés à Nérès, dès que l'on aura épuisé la liste de quelques villes d'eaux, et elles sont peu nombreuses qui reçoivent des applications bien nettes, on se rendra bien vite compte qu'il existe une quantité considérable de sources auxquelles on ne peut donner une indication thérapeutique bien nette et qu'en conséquence une classification thérapeutique des eaux minérales est bien difficile, sinon impossible à établir.

M. Bardet qui s'est occupé de cette question en arrive à déclarer qu'une classification alphabétique ne serait peut-être pas aussi absurde que cela peut paraître à première vue et à conclure qu'il y a eu lieu temporairement du moins, et tant que les phénomènes nouveaux de radio-activité ne sont pas plus amplement connus, de se contenter de « l'antique classification qui figure dans les traités d'hydrologie ».

Cet auteur pense néanmoins que par la suite on arrivera à établir une classification minéralogique de préférence à une classification chimique. Pour l'établissement d'une telle classification d'après lui il sera d'abord nécessaire de commencer par faire deux groupes parmi les eaux minérales : 1° le groupe des eaux d'origine profonde, c'est-à-dire celles qui sont dues à des réactions chimiques qui se passent dans le voisinage des roches ignées et grâce auxquelles il se produit une véritable synthèse aqueuse; 2° le groupe des eaux dont l'origine pourra être attribuée avec certitude aux eaux d'infiltration. Cette classification future devra tenir le plus grand compte des nouvelles acquisitions

de l'hydrologie, c'est-à-dire de la présence des gaz rares et de la radio-activité, chose qui n'a pas encore été faite. D'après M. Bardet par conséquent les deux catégories d'eaux dont nous venons de parler devront être divisées en trois classes :

I. — Eaux radio-actives.

II. — Eaux à gaz rares.

III. — Eaux inactives au point de vue physique et sans gaz rares.

Chacune de ces classes sera ensuite divisée en familles établies d'après la composition chimique, chaque source du même type formant une espèce.

Telle est classification future espérée par M. Bardet : elle est malheureusement impossible à réaliser tant que M. Moureu n'a pas terminé ses travaux sur la radio-activité.

« Dans de pareilles conditions » conclut M. Bardet « il faut nous montrer très modestes et renoncer à établir une classification rationnelle. Du reste, pour le médecin qui doit simplement connaître les propriétés générales des eaux et leurs applications au traitement des maladies, la classification ne doit être considérée que comme un simple artifice destiné à aider la mémoire : certes il serait agréable et très satisfaisant pour l'esprit de pouvoir encadrer scientifiquement nos connaissances hydrologiques, mais il est plus honnête d'avouer franchement notre impuissance et de nous résigner à faire usage des vieilles classifications artificielles ».

Parmi les classifications artificielles il en est une qui à notre avis présente certains avantages, nous nous expliquerons par la suite sur ce point, c'est celle que M. le Professeur Piéry donne à son cours d'hydrologie; les eaux minérales y sont classées de la façon suivante :

<i>1. Sulfureuses.</i> <i>a)</i> Sulfureuses sodiques. <i>b)</i> Sulfureuses calciques. <i>c)</i> Sulfureuses chlorurées.	<i>d)</i> Sulfatées bicarbonatées chlorurées.
<i>2. Chlorurées.</i> <i>a)</i> Chlorurées sodiques. <i>b)</i> Chlorurées carbo-gazeuses. <i>c)</i> Chlorurées bicarbonatées. <i>d)</i> Chlorurées bicarbonatées arsenicales.	<i>4. Alcalines.</i> <i>a)</i> Bicarbonatées sodiques. <i>b)</i> Bicarbonatées calciques.
<i>3. Sulfatées.</i> <i>a)</i> Sulfatées sodiques. <i>b)</i> Sulfatées calciques. <i>c)</i> Sulfatées chlorurées.	<i>5. Ferrugineuses.</i> <i>6. Faiblement minéralisées.</i> <i>7. Radio-Actives.</i> <i>8. Indéterminées (Thermales)</i> <i>9. Boues médicamenteuses.</i>

Cette classification est en même temps que la plus simple, la plus rationnelle, elle a en outre l'énorme avantage, sans trop s'écarter des classifications précédemment établies de créer une classe nouvelle, la classe des eaux radio-actives qui pour la première fois occupe la place qui lui est justement due dans une classification hydrologique.

Il n'est pas très difficile d'expliquer les propriétés thérapeutiques de la plupart des eaux groupées dans la classification ci-dessus; leur composition chimique explique pour la plupart leurs propriétés. Les eaux sulfu-

reuses, chlorurées, bicarbonatées, sulfatées, ferrugineuses et arsenicales possèdent des propriétés faciles à établir des médicaments qu'elles contiennent; les effets thérapeutiques des chlorurées carbo-gazeuses se comprennent non moins aisément puisque l'on connaît les propriétés sédatives et hypotensives de ce gaz. Les difficultés ne commencent que lorsqu'il s'agit d'expliquer les propriétés thérapeutiques des eaux indéterminées. Jusqu'ici la classe des eaux radio-actives n'ayant pas encore pris place dans les nombreuses classifications hydrologiques il existe une douzaine de stations environ, groupées sous la rubrique « eaux indéterminées » dont on se contente de noter les effets thérapeutiques sans pouvoir rattacher ces effets à la composition de ces eaux; à l'heure actuelle, les phénomènes de radio-activité mieux connus permettent à notre avis d'éclaircir ce mystère. Au lieu de rapporter à l'ionisation et à d'autres propriétés peut-être par trop fantaisistes les effets thérapeutiques de la plupart des eaux indéterminées, il nous semble, et c'est somme toute la conclusion directe de l'étude de la valeur biologique et thérapeutique de l'émanation que nous ferons par la suite, tout naturel de rapporter ces effets thérapeutiques à la radio-activité, à l'émanation du radium.

Nous connaissons, en effet cette dernière, nous savons qu'elle existe dans la plupart des eaux indéterminées, nous connaissons ses effets thérapeutiques et biologiques, nous savons d'autre part, que rien autre que l'émanation du radium qui s'y trouve presque toujours en quantité considérable ne saurait expliquer les propriétés thérapeutiques de ces eaux; nous en concluons en conséquence que c'est bien à l'émanation du

radium qu'elles doivent leurs propriétés et nous en faisons une classe nouvelle, la classe des eaux radio-actives dans laquelle malheureusement nous ne pouvons ranger toutes les indéterminées, ces dernières n'étant pas toutes radio-actives. La classification des eaux radio-actives n'est pas aisée, la radio-activité, en effet, n'étant pas seulement le fait de la plupart des eaux indéterminées, mais comme nous l'avons vu d'un très grand nombre d'eaux minérales. Doit-on par exemple, classer dans les eaux radio-actives les sulfurées sodiques de Bagnères-de-Luchon qui ont pourtant pour la plupart une radioactivité élevée (Bordeu n° 1. 118,05. n° 2. 90,92. Pré n° 1. 65,96. Saule n° 2. 60,76. Ferras-Enceinte. 27,02).?

A notre avis non, car l'action physiologique de ces eaux doit être surtout rapportée : 1° au soufre; 2° aux principes alcalins; 3° aux métaux. Que la thermalité, l'électricité et la radio-activité prennent une part dans l'action générale de ces eaux, c'est certain, mais l'action de ces derniers éléments n'est que bien faible, si l'on considère les propriétés thérapeutiques de ces eaux, qui ne répondant pas à la définition générale des eaux radio-actives telles que nous les concevons ne seront pas à ce titre classées dans cette catégorie. De même doit-on classer dans les eaux radio-actives La Bourboule dont la source Choussy a une radio-activité supérieure à celle de toutes les sources françaises, 141,50, et seulement inférieure à celle de Gastein? A notre avis, encore non, car en examinant la minéralisation de l'eau de cette solution on se rend compte que ce n'est pas à la radio-activité principalement, mais

bien à sa minéralisation qu'elle doit ses propriétés principales; c'est une chlorurée bicarbonatée arsenicale que nous ne classerons pas dans les eaux radio-actives car elle non plus ne répond pas à la définition des eaux radio-actives telles que nous les concevons. Voici cette définition : Les eaux radio-actives sont uniquement celles dont la radio-activité élevée, en dehors de toute minéralisation suffisamment définie, est seule capable d'expliquer les effets thérapeutiques. Répondant à cette définition nous avons groupé dans un tableau les eaux radio-actives suivantes : elles sont rangées par ordre de puissance radio-active N : cette lettre exprimant ainsi qu'il est convenu la quantité d'émanation en millimicrocuries par litre à l'émergence.

STATIONS	SOURCES	Emanation en millimicrocuries à l'émergence
Plombières.....	Vauquelin.....	86.26
».....	N° 3.....	78.51
».....	N° 5.....	45.03
».....	Capucins.....	33.77
Evaux-les-Bains....	César.....	80.09
».....	Pulvèrarium....	53.44
Bains-les-Bains...	Savonneuse....	22.50
Grisy.....	Ys.....	21.80
Bourbon-Lancy...	Lymbe.....	13
Maizières.....		9.45
Luxeuil.....		8.00
Néris.....	César.....	5.88
Bagnoles de l'Orne		5.28

DEUXIÈME PARTIE

Les Données pharmacodynamiques et thérapeutiques sur l'émanothérapie

CHAPITRE I

ABSORPTION. TOXICITÉ. ELIMINATION DE L'ÉMANATION.

Absorption.

L'émanation étant considérée comme un gaz, c'est par les méthodes d'inhalation que l'on pourra le mieux juger de son action physiologique. Il se produira exactement d'après la loi des échanges respiratoires un état d'équilibre entre la quantité d'émanation contenue à l'état constant dans l'atmosphère où séjourne le sujet en expérience et celle qui pénètre dans le sang. Nous savons, de plus, que la quantité absorbée est proportionnelle à la tension partielle du gaz considéré dans l'atmosphère. Cet état d'équilibre durera autant que le sujet séjournera dans l'atmosphère chargée d'émanation.

Partant de là, Gudzent place un sujet dans une atmosphère contenant une quantité d'émanation constante 2-4 unités Mache par litre d'air. Les analyses faites consécutivement démontrent la présence de l'émanation dans le sang. D'après Gudzent, l'équilibre s'établit en un quart d'heure. Pendant deux heures 1 cm³ de sang contient la même quantité d'émanation que un litre d'air. Puis cette quantité diminue un peu et passe par les fractions $\frac{4}{5}$ et $\frac{5}{7}$ de la quantité initiale au bout de trois heures. La voie cutanée semble d'après la plupart des auteurs ne permettre l'absorption que de quantités infinitésimales d'émanation. Les quantités d'émanation trouvées dans le sang d'un sujet consécutivement à une balnéation radio-active sont arrivées dans ce milieu, non pas surtout par l'épithélium cutané mais bien principalement par l'épithélium pulmonaire, des vapeurs ayant été inhalées pendant le bain. La voie digestive, à l'inverse des conclusions de quelques auteurs qui ont prétendu que l'ingestion d'émanation était sans valeur, ce gaz de la paroi intestinale passant dans la veine porte, puis de là au poumon d'où il est rejeté à l'extérieur sans passer dans le torrent sanguin, permet le passage de l'émanation dans le sang : c'est du moins le résultat des recherches approfondies d'Eicholt, de Kemen, de Neumann qui ont permis à ces auteurs de conclure que l'émanation introduite dans l'organisme par la voie digestive passe dans le sang et y détermine des effets biologiques comparables à ceux obtenus par la voie inhalatoire.

Doses thérapeutiques. — Ce qui nous intéresse le plus c'est de savoir quelles sont les quantités d'éma-

nation qui à petites doses, peuvent avoir sans effet nocif, une action biologique en thérapeutique. On a pensé que les quantités d'émanation se rencontrant justement dans les gaz émis par certaines sources thermales étaient probablement de cet ordre de grandeur. On a trouvé les doses de 2 à 4 unités Mache par heure et par litre, soit 0,8 à 1,6 millimicrocurie. C'est en général avec des doses de cet ordre que les expériences ont été faites en France dans quelques cliniques, en Allemagne dans un très grand nombre de cliniques d'abord, de stations radio-actives ensuite. D'après des expériences faites à l'émanatorium de Lamalou, M. le Médecin Major Pappas estime qu'il n'y a pas utilité à forcer les doses d'émanation dans l'air respiré car, sa solubilité étant faible, il n'y a pas retenue du produit. Il estime en définitive qu'il n'y a pas lieu de dépasser la dose de 50 millimicrocuries par litre d'air respiré.

Toxicité.

Ch. Bouchard, Curie et Balthazard enferment des souris dans un récipient, contenant l'émanation dégagée pour un gramme de bromure de radium. Après cinquante heures de séjour, la mort survient en quatre jours. Après vingt-huit heures en six jours et demi. Les principaux signes d'avant la mort sont des troubles de la respiration, de la somnolence. L'injection de gaz contenant une forte dose d'émanation dans le péritoine n'est pas toxique. London a expérimenté sur des grenouilles et sur des souris blanches qui respiraient dans un air contenant 6,5 millions d'unités Mache, c'est-à-dire environ 5 millicuries. Les souris furent asphyxiées en trois ou quatre jours. Lo-

wenthal injecte un centimètre cube d'air contenant 2 millicuries, c'est-à-dire 2,6 millions d'unités Mache, sans produire aucun trouble. Il enferme alors des souris dans une atmosphère contenant 2,6 millions d'unités Mache par litre d'air et constate en huit heures de l'apathie et de la paralysie du train postérieur : en 16 heures la mort d'une d'entre elles. En résumé, l'inhalation d'une quantité d'émanation de 2 millions d'unités Mache est mortelle pour une souris tandis que l'injection sous-cutanée n'est pas nuisible.

Elimination.

L'équilibre étant établi entre la quantité d'émanation contenue dans le sang et celle contenue dans l'air chargé d'émanation cet équilibre est de nouveau rompu si le sujet est placé dans l'air libre. L'émanation est expulsée dans l'espace de quelques minutes presque sans perte avec l'air de la respiration.

La quantité absorbée par le sang est transportée jusqu'aux cellules, dans l'intimité des tissus où elle peut exercer son action biologique et dégager les produits de désintégration solides auxquels elle donne continuellement lieu.

Comme l'ont montré les expériences de Bouchard, Curie et Balthazard, l'émanation se localise sur les glandes à sécrétion interne et surtout sur les capsules surrénales. Elle est éliminée par le poumon, la peau et le rein.

Les urines contribuent donc à l'élimination de l'émanation. Pendant la guerre des essais en grand ont été pratiqués dans l'émanatorium de Lamalou sur des soldats atteints de différentes affections par M. le

Médecin-Major Pappas et voici les conclusions auxquelles on est arrivé.

L'émanation est éliminée par les urines, l'examen radioscopique de celles-ci permet d'en doser la radio-activité et de suivre ainsi l'évolution du médicament dans l'organisme. Pendant les premiers jours du traitement, les urines ne sont radio-actives qu'après l'inhalation mais au bout de quelques jours la radio-activité devient permanente dans les urines, ce qui prouve que l'organisme a retenu l'émanation après s'en être pour ainsi dire saturé. Quand on cesse le traitement, la radio-activité se manifeste encore au bout d'un mois environ, ce qui prouve que l'émanation est retenue et que son action persiste. Il ne semble pas qu'il soit utile de forcer les doses d'émanation dans l'air respiré, car sa solubilité dans les humeurs étant faible, il n'y a pas retenue du produit, même si l'on pousse la dose à 50 millimicrocuries par litre d'air respiré. De même il ne paraît pas utile de prolonger les séances indéfiniment.

CHAPITRE II

ACTION BIOLOGIQUE DE L'ÉMANATION.

Nous allons étudier cette action « in vitro » et « in vivo ».

Action biologique de l'émanation in « vitro »

a) *Dissolution de l'urate monosodique.* — Gudzent, après avoir montré que dans le corps l'acide urique

circule et s'y dépose à l'état d'urate monosodique semble avoir établi ensuite que l'émanation du radium a la propriété de transformer l'urate monosodique insoluble en une série de corps plus solubles et de finalement décomposer cet urate en acide carbonique et ammoniacque : dans ses expériences Gudzent introduisait dans une solution radio-active à 17° de l'urate monosodique; ce dernier qui a normalement une solubilité de 9 milligrammes pour 100 centimètres cubes de sérum acquérait sous l'action de la solution radio-active une solubilité de 70 milligrammes pour 100 centimètres cubes; ces expériences controuvées par Van Knaffi et Wiechowsky ont été reconues exactes par Meser-nitzky qui a prouvé que 50 millicuries décomposaient en 12 jours 23 milligrammes d'urate monosodique et qu'on constatait un dégagement d'ammoniacque.

b) *Transformation de l'acide urique en acide oxalique.* — Elle a été démontrée par Sarvonat « in vitro » : cette action se produit vraisemblablement aussi dans l'organisme; chez les goutteux soumis à l'émanation on voit en effet l'urate de soude diminuer dans le sang à mesure qu'apparaissent des névralgies et des recrudescences de douleurs articulaires analogues à celles que l'on a dans l'oxalémie; l'apparition de ces phénomènes consécutivement à la diminution marquée de l'urate de soude dans le sang correspond probablement à la mutation de l'acide urique en acide oxalique. (Teissier et Rebattu.)

Action biologique de l'émanation « in vivo ».

a) *Augmentation de l'excrétion de l'acide endogène,*

chez le sujet sain. — Le fait a été démontré par Krieg et Wielk en 1909 consécutivement à l'ingestion des eaux radio-actives de Baden-Baden. Ces expériences ont été reprises par Gudzent et Lowenthal qui eux ont employé la méthode inhalatoire; les doses employées étaient de 2 à 4 unités Mache par litre d'air. Les résultats obtenus sont nets; consécutivement à l'introduction dans l'organisme de l'émanation par n'importe quelle voie il y a augmentation de l'excrétion de l'acide urique endogène et des bases puriques.

b) Action anti-inflammatoire. — Fofanow ayant injecté sous la peau des lapins une solution d'urate de soude constate les phénomènes caractéristiques de l'inflammation; sous l'influence de l'émanation les phénomènes inflammatoires se réduisent bientôt au minimum.

c) Disparition des tophus. — Le tophus artificiel réalisé par l'injection sous-cutanée d'urate de soude disparaît si l'on fait agir sur lui l'émanation. In vitro et in vivo l'urate monosodique est donc dissous et détruit.

d) Augmentation des échanges. — Cette action a été étudiée au moyen de la méthode inhalatoire par T. Kikkoji, collaborateur de Gudzent. Il a constaté : 1° une élévation de l'absorption de l'oxygène et de l'élimination de l'acide carbonique deux fois sur trois; 2° une augmentation de l'azote total dans l'urine deux fois sur trois; 3° une augmentation de l'élimination de l'acide urique pour les sujets chez lesquels l'échange gazeux est élevé et l'azote total aussi; une augmenta-

tion du quotient respiratoire en définitive. T. Kikkaji a constaté enfin qu'il est des sujets chez lesquels aucune action n'est évidente.

His et Gudzent ont conclu que dans les cas où il n'y a pas augmentation des échanges l'émanation doit agir sur les ferments uricolytiques; ces auteurs admettent en effet l'existence d'un ferment urocopoïétique et d'un ferment uricolytique, suivant que l'émanation agit sur le premier ou le second de ces ferments il s'en suit ou une augmentation ou une diminution de l'acide urique éliminé.

e) *Activation des ferments.* — Le suc pancréatique, sous l'influence de l'émanation est activé. (Braumstein et Bergell, 1905).

La digestion peptique et le ferment peptique sont activés sous l'influence de l'émanation (expériences faites en 1906 par Braumstein et Bergell au moyen des eaux de Wiesbaden).

La transformation de l'amidon en sucre sous l'influence de la ptyaline est augmentée ainsi que la sécrétion pancréatique, si l'on fait agir l'émanation sur ce ferment (Lowenthal et Wohlgemuth).

La fermentation lactique est accélérée par les petites quantités d'émanation, diminuée par de fortes quantités (Richet).

La fermentation de la levure est arrêtée sous l'action de grandes quantités d'émanation (Fustenberg).

f) *Action bactéricide.* — Les eaux radio-actives, d'après les expériences de Lowenthal sur le staphylocoque sont sans action bactéricide. L'action bactéri-

cide obtenue au moyen de l'émanation semble avoir été due plutôt à l'ozone qu'à l'émanation.

g) *Action sur les tissus.* — Trois cas de radio-dermite ont été observés sur le personnel du laboratoire de M^{me} Curie en 1911 par Mesernitzky, mais il s'agissait de radio-dermites produites par des quantités énormes d'émanation, la nécessité s'impose néanmoins en émanothérapie d'obtenir des dosages stricts.

h) *Action sur le cœur et les vaisseaux.* — Mendel a constaté de la vaso-dilatation sous l'influence de l'émanation. M. Rebattu, de Lyon, n'a jamais constaté d'augmentation de la pression sanguine, les pressions maxima et minima baissent mais transitoirement.

Les conclusions de Lazarus au sujet de l'action de l'émanation sur le cœur sont qu'avec de fortes doses seulement on a au début de l'accélération cardiaque bientôt suivie d'un ralentissement et d'un retour à la normale (Manuel de Thérapeutique et de Biologie, Influence des émanations radio-actives sur le cœur, pages 315 et suivantes). Celles de Mass sont similaires et ne précisent pas davantage la question. Kemen enfin qui a consacré à la question un assez long travail conclut de 14 expériences faites sur des grenouilles que l'émanation a peu d'action sur le cœur; il a noté, mais seulement avec de grosses doses lui aussi de l'accélération cardiaque au début, à laquelle fait suite un ralentissement. Sommer de Zurich enfin a lui aussi confirmé ces résultats qui prouvent le peu d'action de l'émanation sur le cœur. Le fait est intéressant, les maladies de l'appareil cardio-vasculaire ne semblent pas constituer une contre-indication de la cure d'éma-

nation. Elles seraient peut-être même d'après Engelmann une indication de la cure.

i) *Action sur le sang et les leucocytes.* — L'emploi de l'émanation en boissons ou en inhalations augmente la coagulabilité du sang (Welden). Sur les globules rouges l'action de l'émanation est nulle (Engelmann). Consécutivement à l'action de l'émanation, on a d'abord augmentation passagère de 8.000 à 10.000 globules blancs à prédominance neutrophile, ensuite survient une diminution durant autant que le traitement. Fofanow a particulièrement étudié l'action de l'émanation sur les leucocytes. Il introduit un petit morceau de moelle de sureau dans le sac lymphatique d'une grenouille et ferme la plaie. Après 24 heures, l'animal est sacrifié après avoir passé ce temps dans l'eau ou l'air chargé d'émanation (4 U. M.) par litre d'air). Tandis que chez un animal de contrôle la moelle de sureau est gorgée de leucocytes, ce phénomène manque sous l'action de l'émanation. Des expériences d'Engelmann, faites sur le chien (injection de bromure de radium (80000 U. M.) dans la veine fémorale et ingestion avec sonde de 60.000 U. M. donnent des résultats à peu près similaires.

j) *Action sur la formule polynucléaire d'Arneth.* — Cette action a été étudiée par MM. Brissaud et Rebattu de Lyon qui donnent les conclusions suivantes : 1° diminution du nombre des polynucléaires à 1 et 2 noyaux; augmentation des polynucléaires à 4 et 5 noyaux; 2° déplacement net de la formule d'Arneth, vers la droite, cette modification sanguine coïncidant

avec la guérison, ou l'amélioration clinique des rhumatisants ou gouteux ainsi traités.

k) *Action sur le système nerveux.* — Sous l'influence des eaux de Baden-Baden on a observé de la fièvre thermique (Stegmann et Just).

Au début d'une cure d'émanation, on a recrudescence des phénomènes inflammatoires, et douloureux, ces phénomènes douloureux et analogues à ceux qui se produisent dans l'oxalémie correspondent d'après M. le Professeur Teissier à la mutation de l'acide oxalique dans le torrent circulatoire. Les eaux radio-actives ont une action sédative sur le système nerveux et une action doucement stimulante sur la nutrition générale.

L'émanation enfin a une action hypnotique, notée par Gudzent et confirmée par M. le Professeur Teissier et M. Rebattu.

L'émanation du radium est donc loin de se comporter comme un gaz indifférent : les résultats les plus intéressants et que nous devons retenir au point de vue biologique, résultats qui nous permettront par la suite de mieux interpréter ceux obtenus en crénothérapie sont : la dissolution, la destruction de l'acide urique, l'action anti-inflammatoire, l'action sédative et doucement stimulante sur la nutrition générale, l'action hypnotique, l'augmentation de l'excrétion de l'acide urique chez le sujet sain, l'activation des ferments, l'activation des échanges nutritifs, et la diminution de la pression sanguine.

*Hypothèses sur le mécanisme de l'action
de l'émanation.*

Il serait intéressant de pouvoir rigoureusement l'établir : on en est malheureusement réduit à trois hypothèses : l'hypothèse chimique, l'hypothèse des ferments solubles, l'hypothèse des éléments cellulaires.

Hypothèse chimique. — Elle est de Gudzent. L'acide urique dans le sang et dans le corps est à l'état d'urate monosodique : dans la goutte et les états analogues cet urate se trouve dans le sang sous sa forme la moins soluble; s'il s'accumule on a uricémie; or, l'émanation transforme « in vitro » par son énergie radio-active l'urate monosodique insoluble en sa forme soluble et décompose même ce sel en dernier lieu en acide carbonique et ammoniacque.

Hypothèse des ferments solubles. — Elle est de His et de ses collaborateurs. L'émanation active, les ferments pancréatiques, les ferments glycolytiques et la ptyaline; on peut admettre l'existence d'un ferment uricopoïétique et d'un ferment uricolytique. Selon que l'émanation agirait sur le premier ou le second on aurait une augmentation ou une diminution de l'acide urique éliminé.

Hypothèse des éléments cellulaires. — Sous l'influence de l'émanation la formule d'Arneth est déplacée vers la droite, il y a en définitive activité cellulaire plus grande; il se pourrait que les cellules neutrophiles secrètent justement le ferment capable de transformer l'acide urique insoluble en acide urique

soluble ou encore d'activer les ferments uricolytiques préexistants.

L'hypothèse chimique semble devoir être adoptée. On constate avons-nous dit au début de la cure d'émanation une augmentation des douleurs et de l'inflammation comme on en constate dans l'oxalémie; M. le Professeur Teissier a soutenu au XIII^e Congrès de médecine que cette récrudescence des douleurs correspond à la mutation de l'acide urique en acide oxalique dans le sang; cette transformation peut se produire « in vitro » (Sarvonat). Pourquoi ne se produirait-elle pas dans l'organisme?

CHAPITRE III

L'EMANOTHÉRAPIE EN DEHORS DE L'EMANOTHÉRAPIE PAR LES EAUX MINÉRALES RADIO-ACTIVES.

Les techniques émanothérapiques.

1^o *Inhalation*. — L'émanation peut pénétrer dans l'organisme par la voie respiratoire. Si donc un sujet séjourne dans une atmosphère chargée d'émanation, il se produira un état d'équilibre entre la quantité d'émanation contenue dans cette atmosphère et celle qui pénètre dans l'organisme proportionnellement à la tension partielle du gaz de cette atmosphère. Cet état d'équilibre durera autant que le sujet séjournera dans l'atmosphère chargée d'émanation.

Partant de ce principe Lowenthal a imaginé la cure dans l'émanatorium. Dans une pièce hermétiquement close se trouve un appareil spécial désigné sous le nom d'inhalatorium comprenant une série de tubes émanateurs renfermant un sel de radium et que l'on peut mettre à volonté en communication, d'une part avec une soufflerie ou une bombe à oxygène, d'autre part avec l'atmosphère de la pièce. Un courant d'air ou d'oxygène entraîne de l'émanateur toute l'émanation résultant de la désintégration du sel de radium qui s'y était accumulée et se répand alors dans l'atmosphère de la pièce. Un ventilateur en assure la répartition homogène et fait passer l'acide carbonique et la vapeur d'eau dans une tour froide. L'émanation absorbée par l'épithélium pulmonaire pénètre dans le sang.

Tel est le premier procédé d'utilisation de l'émanation; il en existe un second dont le principe est le suivant : au lieu de recueillir et de chasser dans l'atmosphère d'une pièce l'émanation qui s'est dégagée dans un tube contenant une solution de sel de radium, par suite de sa désintégration spontanée on recueille dans certaines sources radio-actives le gaz émanation qui s'en dégage. On l'enferme dans des tubes métalliques, on l'expédie à la clinique qui l'utilise dans l'émanatorium. Les tubes sont en général d'un litre : à cause de la décomposition rapide de l'émanation ces tubes perdent rapidement leur activité et doivent être expédiés tous les deux jours.

Que l'on emploie l'un ou l'autre de ces procédés on dose strictement par les procédés que nous avons indiqués par ailleurs (électroscope à feuille d'or) la richesse

en émanation de l'air de l'émanatorium; c'est là une condition indispensable pour faire de l'émanothérapie vraiment scientifiquement médicale.

Le sujet ayant pénétré dans l'émanatorium, l'équilibre s'établit au bout de 10 à 15 minutes. Pendant deux heures un centimètre cube de sang contient la même quantité d'émanation qu'un litre d'air, puis cette quantité diminue légèrement. La quantité absorbée par le sang est transportée jusqu'aux cellules où elle peut exercer son action biologique.

Dans les cliniques, on se sert en général d'émanatoria ayant une capacité de 50 à 100 mètres cubes et pouvant contenir de 5 à 10 malades. On utilise aussi parfois de petites cabines à l'usage d'une seule personne. Les doses employées sont de 2 à 4 unités Mache, ou encore 0,8 à 1,6 millicrocurie par litre d'air. Des doses beaucoup plus considérables ont été utilisées en particulier par Falta et Freund qui ont employé des doses de 22 unités Mache par litre et par personne et même de 300 à 400.

Ils qui a fait de très nombreux essais conclut qu'il n'y a aucun intérêt pour avoir un maximum de résultats en ce qui concerne les modifications du métabolisme de l'acide urique à dépasser les doses de 2 à 6 unités Mache par litre d'air.

2° *Ingestion*. — Etant donné la rapidité de l'élimination absorbée par la muqueuse intestinale deux ou trois ingestions par jour paraissent nécessaires pour inonder en quelque sorte l'organisme, de préférence au moment des repas (Eicholtz, Plesh) pour ralentir l'absorption et retarder l'élimination.

En clinique, l'émanothérapie par ingestion se fait au moyen d'eau radio-activée. On plonge dans une bouteille d'eau ordinaire une cupule contenant un sel de radium insoluble; on l'y laisse un temps donné en maintenant la bouteille bouchée. Pendant ce temps, l'eau se radio-active par radio-activité induite au contact de l'émanation. Puis on retire la cupule et l'eau possède pour un temps court des propriétés radio-actives sans cependant contenir de radium. Le titre des solutions employées par les instituts du radium de Londres et de Manchester est variable. Dans le compte rendu de 1913 les solutions titraient 20 microcuries au litre : les malades absorbaient un litre par jour, la cure durait trente jours.

En 1914, 1916 et 1918, les doses employées ont été beaucoup plus fortes; le titre des solutions est de 1 millicurie au litre soit 1.000 microcuries; les malades quotidiennement absorbaient 250 centimètres cubes de la solution; la cure durait 6 semaines; on s'arrêtait quelques jours et on entreprenait une nouvelle cure de six semaines.

3° *Injectiions.*

a) *Injectiions de sels solubles.* — Wickham et Degrais emploient deux solutions : l'une faible contenant au centimètre cube d'eau distillée 1 microgramme de bromure de radium et l'autre contenant 10 microgrammes au centimètre cube. Le maximum de liquide injecté fut en 10 jours de C. gouttes de la solution forte. Wickham et Degrais expérimentèrent par la suite l'huile grise radifère qui contenait 1 microgramme de

bromure de radium par centimètre cube. La technique des injections est la même que celle pratiquée en syphilothérapie.

b) *Injections de sels insolubles.* — Renon et Marie faisaient leurs injections avec du sérum isotonique tenant en suspension du sulfate de radium. Quotidiennement ils ont fait à 41 malades des injections de 2 à 20 microgrammes de sulfate de radium. Les doses employées par Chevrier dans le traitement du rhumatisme à forme hydarthrosique ont été de 2 à 4 microgrammes de sulfate de radium.

4° *Balnéation.* — Neusser et Dantwitz préconisent en 1905 les bains rendus radio-actifs par de la poudre de pechblende. Lowenthal incorpore au bain des sels de radium solubles ou insolubles. On abandonne assez vite ce mode d'utilisation de l'émanation pour n'utiliser en bains que les eaux radio-actives naturelles.

5° *Boues radio-actives.* — Elles sont constituées par les résidus du traitement des minerais d'urane; elles contiennent du fer en très grande proportion; leur radio-activité provient non pas seulement de la présence de traces faibles de radium mais surtout d'actinium, d'où le nom de boues actinifères qu'on leur donne. Les boues recueillies autour d'anciens volcans en Italie et transportées en Allemagne où elles sont utilisées dans certaines stations thermales sont radio-actives. On emploie ces boues sous forme de bains (250 gr. de boues pour un bain de 200 litres) ou sous forme d'applications directes sur la peau : on les recouvre d'un linge humide chaud et d'une étoffe imperméable, car

il convient de maintenir l'humidité de la boue. En les conservant ainsi humides on peut faire durer les applications plusieurs nuits et plusieurs jours consécutifs sans inconvénient.

6° *Ionothérapie*. — Cette méthode ayant une action strictement locale nous ne croyons pas devoir en préciser la technique.

7° *Utilisation de l'émanation condensée*. — L'émanation destinée à être introduite dans des appareils clos est extraite par le vide des sels de radium mis en solution.

Les principes généraux de cette méthode ont été indiqués par Debierne, Ramsay, Soddy et Rutherford. Pour utiliser l'émanation de cette façon, on peut la recueillir par plusieurs procédés dont deux principaux. Par condensation. Par refoulement; en ayant soin de laisser l'émanation s'accumuler dans la solution avant de l'extraire, 30 jours si l'on veut la totalité de l'émanation susceptible d'être fournie par ce sel de radium; 8 jours pour en avoir environ les trois quarts; 4 jours pour en avoir la moitié. Extraite de cette façon, l'émanation peut être recueillie dans des appareils en verre ou en métal présentant toutes les formes et les dimensions désirées et permettant de l'utiliser de cette façon. Le plus souvent, l'émanation est recueillie dans des tubes capillaires en verre de 0,1 à 0,5 millimètres de diamètre extérieur et longs de 10 à 15 millimètres, dont la charge initiale est en général de 10 à 40 millicuries. Ils peuvent être utilisés nus ou bien fixés dans de fines aiguilles en platine qu'on introduit et laisse

en place dans les tissus. Quelquefois, et pour agir en surface on utilise l'émanation recueillie dans des appareils plats. A défaut d'appareils plats d'ailleurs, on peut encore recueillir l'émanation dans des ampoules qui, disposées côte à côte et réunies par un sparadrap adhésif, ou de la paraffine permettent encore une application en surface.

Nous n'insisterons pas davantage sur la technique de cette méthode émanifère et nous ne donnerons pas les résultats thérapeutiques obtenus. Utilisée de cette façon en effet l'émanation a une action purement locale et est utilisée contre les cancers.

Tous les faits que nous venons de rapporter à propos des méthodes émanifères montrent que cette branche de la radiumthérapie est en pleine évolution. Il n'en est pas moins vrai que peut-être le temps n'est pas loin où la technique s'étant encore précisée, on pourra retirer de l'émanation toutes les ressources thérapeutiques que d'ores et déjà on est en droit d'espérer.

Les résultats thérapeutiques.

Ayant essayé dans le chapitre précédent de préciser la technique des divers modes d'utilisation de l'émanation du radium, voyons maintenant les résultats thérapeutiques obtenus : ils nous permettront de poser déjà quelques conclusions intéressantes.

1° *Inhalation.* — Sans exposer à nouveau la technique de ce mode d'utilisation de l'émanation, nous croyons devoir en rappeler le principe.

L'émanation étant un gaz inerte peut pénétrer dans

l'organisme par la voie respiratoire. Si donc un sujet séjourne dans une atmosphère chargée d'émanation, il se produira un état d'équilibre entre la quantité d'émanation contenue dans cette atmosphère et celle qui pénètre dans l'organisme proportionnellement à la tension partielle du gaz de cette atmosphère. Cet état d'équilibre durera autant que le sujet séjournera dans l'atmosphère chargée d'émanation. En application de ce principe Lowenthal a imaginé la cure dans l'émanatorium dans les détails de construction duquel nous sommes entrés quand nous avons étudié les techniques émanothérapiques. Cette méthode d'administration de l'émanation qui est allemande a été préconisée pour la première fois par Lowenthal et Gudzent; ce dernier a publié ses observations sur le traitement de la goutte et du rhumatisme au Congrès de Bruxelles en 1910. His exposa par la suite les résultats obtenus ans la goutte urique au Congrès de Médecine de Lyon en 1911. M. le Professeur Teissier enfin et M. Rebattu publièrent en 1913 des résultats obtenus à la clinique consécutivement à l'emploi de l'émanation par la voie inhalatoire.

*Résultats thérapeutiques
tirés des statistiques publiées.*

Rhumatisme. — Sur 100 cas de rhumatismes divers traités à la clinique de His 47 ont été améliorés, 29 très améliorés et 5 presque guéris; 13 sont restés sans résultats. D'après His, le traitement ne s'adresse pas aux formes aiguës du rhumatisme articulaire. Le traitement s'adresse surtout aux formes chroniques d'em-

blée. Et dans cette forme, His distingue deux catégories de rhumatismes. La première commençant par une dégénérescence des cartilages et n'atteignant la capsule que plus tard; la seconde commençant par l'inflammation de la capsule et des synoviales, les cartilages n'étant pas ou n'étant que secondairement atteints. Ce sont celles qui bénéficient le plus du traitement. His relate les heureux effets obtenus dans les cas de myalgies caractérisées par des indurations et des points douloureux situés dans l'épaisseur des muscles.

Falta et Freund qui ont expérimenté le traitement l'appliquent même au rhumatisme articulaire aigu dès le début de la crise. Ils ont eu d'heureux résultats:

Aucun résultat dans le rhumatisme gonococcique. Sur 13 cas de rhumatisme articulaire primitif des grosses articulations, l'amélioration fut réelle dans 2 cas et d'une façon éclatante pour le troisième.

Sur 16 cas de rhumatisme articulaire chronique primitif à forme exsudative, le résultat fut excellent pour 7 et médiocre dans 5 cas.

Aucun résultat dans le rhumatisme chronique secondaire au rhumatisme articulaire aigu.

Dans toutes les formes de rhumatisme chronique, l'émanation a une action sédative manifeste et une action très nette sur le phénomène douleur.

Goutte. — His a obtenu des résultats remarquables. Sur 28 personnes soumises à l'émanation, 24 furent notablement améliorées et parmi elles cet auteur a cité le cas de plusieurs qui un an après n'avaient pas présenté le moindre accident.

Au début His signale que la réaction fait souvent

revivre les douleurs qui disparaissent dans la suite. Un des symptômes les plus courants a été l'abaissement de l'excrétion de l'acide urique. Parallèlement à cette diminution de l'acide urique dans les urines les analyses de His ont montré qu'au bout de quelques semaines, l'acide urique disparaît complètement dans le sang presque dans tous les cas. Les tophus avaient notablement diminué et dans 2 cas complètement disparu.

His enfin ne conseille pas la cure d'émanation dans les gouttes invétérées avec dépôts considérables d'acide urique, ou encore dans les cas à poussées aiguës fréquentes, car elle peut donner lieu à des réactions violentes.

Névralgies, névrites. — J. von Benczur rapporte que l'action de l'émanation fut très efficace contre les douleurs fulgurantes des tabétiques dans 11 cas sur 14; les névralgies variées du trijumeau, sciatique, lumbago, furent améliorées. D'après cet auteur, la tendance aux hémorragies constitue une contre-indication formelle.

Dans 14 cas de sciatique, Falta et Freund rapportent 12 améliorations dont 3 guérisons vraies, 4 cas de névralgies isolées (trijumeau, brachial) furent favorablement influencés; 2 cas de névrite diabétique améliorés; 2 cas de névrite syphilitique sans résultat.

Sur 18 cas de névrite tabétique, 6 améliorations, 10 résultats négatifs. Dans une polynévrite d'origine infectieuse enfin la guérison fut obtenue en trois semaines.

Néphrite chronique. — Grin rapporte 2 cas de né-

phrite chronique urémigène améliorés. Non seulement la diurèse fut très augmentée, mais tous les symptômes urémiques disparurent. L'auteur associait dans ce cas l'émanothérapie par inhalation à l'émanothérapie par ingestion.

Autres maladies. — 7 cas d'asthme bronchique ont été traités par l'émanation sans résultat. Pas d'amélioration sur les maladies du sang. Une amélioration dans un cas d'aménorrhée datant de plusieurs mois. Les règles revinrent au bout de 14 jours de traitement.

En résumé, de tous ces résultats, ceux qui concernent la goutte et le rhumatisme et les névralgies méritent surtout d'être retenus parce qu'ils sont souvent contrôlés par la suite comme nous le verrons.

Ces résultats thérapeutiques proviennent de statistiques allemandes. Examinons maintenant les résultats obtenus par M. le Professeur Teissier et M. Rebattu.

Goutte. — 2 observations dont une suivie des analyses du sang et des urines. Guérison clinique. Disparition de l'acide urique du sang. Ces résultats sont en concordance avec ceux de His. Excrétion urique élevée après 6 mois de traitement. Ici on note une différence marquée avec les résultats de His qui au contraire avait noté une diminution de l'excrétion urique. Ce désaccord apparent s'explique par le fait que le traitement n'a pas été longtemps poursuivi et il est de règle que dans les débuts l'excrétion urique augmente.

Rhumatisme. — Les résultats obtenus là encore confirment ceux de His. Les confirmant, ils les précisent et à ce sujet M. le Professeur Teissier distingue :

a) *Le rhumatisme goutteux.* — Le traitement produit la décharge urique suivie bientôt d'une diminution, tandis que l'acide urique disparaît dans le sang. Les douleurs augmentent pendant la décharge urique, puis survient la guérison clinique.

b) *Le rhumatisme chronique consécutif à un rhumatisme articulaire aigu.* — Amélioration clinique. Diminution des douleurs; apparition du sommeil sans qu'on puisse parler de guérison vraie. Aucune variation de la formule urinaire. Les résultats obtenus comparables encore à ceux de His l'ont été dans les cas de rhumatismes péri-articulaires, voisins des rhumatismes goutteux avec tophus disséminés autour de l'articulation.

Les résultats obtenus dans les autres formes sont des améliorations, pas des guérisons; par améliorations, il faut entendre l'action sédative sur les douleurs.

Autres maladies. — Dans les névralgies, les sciatiques, les myalgies des résultats ont été surtout obtenus lorsque les affections étaient dépendantes de la diathèse urique, lorsque en définitive il s'agissait de goutte larvée. Sur les affections qui dépendaient d'une autre cause (syphilis, tuberculose, diabète, l'émanation est restée sans effets bien appréciables, bien que des améliorations subjectives aient été notées et que les malades en général ne soient déclarés parfois enchantés du traitement.

Au sujet de l'emploi de l'émanation dans les affections autres que la goutte, le rhumatisme, les névralgies, les sciatiques et les myalgies, M. le Professeur

Teissier conclut que les auteurs allemands ont une tendance par trop exagérée à généraliser leur traitement à un trop grand nombre de maladies ou de syndromes très différents et notamment à toutes les algies quelle qu'en soit la cause. D'après ce dernier auteur, les cas pathologiques quand ils sont guéris se rattachent à la diathèse urique, à l'uricémie à manifestation polymorphe qu'il faut toujours essayer de dépister.

2° *Ingestion*. — On peut faire ingérer de l'eau chargée d'émanation au contact d'un sel insoluble. C'est la Trinckur des auteurs allemands préconisée surtout par Lazarus. Plesh, Strasbürger, Kemen, employée également par Haret. Plus récemment encore durant les années de guerre les Instituts anglais du radium de Londres et de Manchester ont organisé en grand l'émanothérapie sous forme d'ingestion de solutions titrées d'émanation. Les solutions mises en bouteilles comme de vulgaires eaux minérales étaient consommées sur place ou expédiées dans tout le Royaume-Uni par l'institut producteur d'émanation. La méthode a pu ainsi prendre un développement considérable.

Résultats thérapeutiques tirés des statistiques publiées. — Obtenus dans le traitement des rhumatismes déformants, ils sont consignés dans les comptes rendus annuels des travaux des Instituts du radium de Londres et de Manchester. Les cas traités sont nombreux. 96 en 1913, 188 en 1914, 116 en 1916, 90 en 1917, 130 en 1918.

Globalement les statistiques accusent une guérison

ou tout au moins une amélioration très marquée dans plus de la moitié des cas; par exemple, en 1913 sur 96 cas traités on note 47 cas améliorés ou guéris. 39 non améliorés. La proportion est à peu près la même pour les autres années. Mais si l'on entre dans le détail l'analyse des observations est difficile et les résultats paraissent beaucoup moins concluants, car tous les cas traités sont étiquetés, rhumatisme déformant sans description des lésions d'abord; car ensuite sous la même rubrique on classe des cas extrêmement dissemblables : arthrite traumatique, arthrite rhumatismale subaiguë, rhumatisme goutteux, gonococcique tuberculeux.

Les conclusions à tirer de l'examen des statistiques publiées étant exactement calquées sur celle de M. le Professeur Teissier et de M. Rebattu, nous ne croyons pas devoir insister puisque ces dernières nous sont déjà connues, et que nous y insisterons à nouveau à la fin de ce travail.

3° *Injections*. — Par la voie sous-cutanée on peut introduire soit des sels de radium solubles, soit des sels insolubles, soit de l'eau radio-activée.

a) *Injections de sels solubles*. — *Résultats thérapeutiques*. — Les premiers essais ont été faits en 1906 par Wickham et Degrais pour traiter un malade atteint de lupus vulgaire qui leur fut adressé par M. Hallopeau. Le sel employé était le bromure de radium. Cette méthode ayant une action surtout locale nous n'y insisterons pas longuement n'ayant en vue dans ce travail que l'action générale de l'émanation. Nous devons toutefois signaler que les malades n'ont nullement été incommodés par ces injections et que l'analyse des uri-

ries a conduit aux conclusions suivantes : A la suite d'injections d'huile grise radifère les urines sont radio-actives pendant les trois ou quatre jours qui suivent l'injection et leur radio-activité décroît à peu près régulièrement durant ces quelques jours. Lorsque le mercure commence à apparaître dans les urines, celles-ci ne présentent plus de traces de radio-activité induite. La méthode des injections de sels solubles est d'après les auteurs à préférer à celle des injections de sels insolubles car ces derniers produisent dès les premières injections une radio-activité plus ou moins permanente qui quelquefois nuisible, ne peut être enrayée par aucun moyen; avec les sels solubles l'inconvénient est limité au minimum puisque la radio-activité communiquée est à durée strictement limitée.

b) Injections de sels insolubles. — Résultats thérapeutiques. — Leurs effets sont locaux et généraux. Nous n'aurons en vue ici que leurs effets généraux. Les promoteurs de cette méthode sont MM. Dominici et Faure-Baulieu qui se servent du sulfate de radium. Ces auteurs ont montré que ce sel injecté est arrêté dans les tissus vivants où il séjourne au moins 67 jours. D'après ces auteurs, les principales zones d'arrêt sont :

1° Après injection dans le système veineux, le réseau capillaire sanguin du poumon et consécutivement le réseau capillaire du rein;

2° Après injection dans l'appareil trachéo-bronchique, les interstices lymphatiques du parenchyme pulmonaire;

3° Après injection dans le tissu cellulaire sous-

cutané ou le tissu musculaire strié les interstices lymphatiques de ces tissus;

4° Après injection dans la rate le parenchyme splénique.

Les auteurs ont obtenu par cette méthode de bons effets dans le traitement de certaines tumeurs et surtout pour combattre les douleurs dont elles sont le siège. Chevrier enfin par la même méthode a obtenu des résultats remarquables dans le traitement du rhumatisme à forme hydarthrosique aiguë ou chronique. Il obtient consécutivement à l'injection d'une solution de sulfate de radium, la disparition du phénomène douleur, la mobilisation plus facile et la résorption de l'épanchement en quelques semaines.

c) *Injections d'eau radio-activée.* — Expérimentées en 1906 par Wickham et Degrais, ces injections n'ont pas déterminé de résultats thérapeutiques généraux signalés (ces auteurs avaient fait ces injections pour traiter des nodules de lupus et des lipomes), probablement parce que l'eau radio-activée perd trop vite ses propriétés thérapeutiques. La question est à remettre à l'étude; en tout cas, les essais de ces auteurs ont eu au moins l'avantage de montrer que la méthode était sans danger et parfaitement tolérée.

d) *Insufflation sous-cutanée d'émanation.* — Méthode à rapprocher des précédentes; elle a été préconisée dans les sciaticques et les coccydynies.

4° *Balnéation.* — Neusser, Dantwitz préconisaient en 1905, les bains rendus radio-actifs par de la poudre de pechblende. Lowenthal rendit cette méthode efficace par l'introduction de sels de radium solubles

ou insolubles. Mais si l'action est incontestable, il paraît bien établi que la peau intacte n'absorbe qu'une très faible quantité d'émanation et l'action des bains semble reposer sur l'absorption par la voie respiratoire de l'émanation qui se dégage de l'eau radio-active. Il faut donc pour augmenter l'efficacité des bains que la cabine soit bien close et que l'on y séjourne le plus longtemps possible.

5° *Pommades. Poudres. Lotions radifères. Compresses.* — Nous n'insisterons pas sur ces méthodes à action purement locale. Par l'emploi de ces méthodes, M. Chevrier a obtenu « des améliorations notables dans le traitement des plaies atones; les plaies creuses bourgeonnent activement, les bourgeons gris deviennent roses et vivants; l'épidermisation se fait avec une rapidité très grande ».

6° *Boues radio-actives.* — Elles sont analogues à celles utilisées dans certaines stations thermales et ont été surtout étudiées par M. Claude. Leurs indications thérapeutiques sont semblables à celles des boues thermales. Elles rendent des services signalés dans certains rhumatismes chroniques déformants, dans les rhumatismes gonococciques; dans certaines névralgies et névrites, dans certaines congestions inflammatoires péri-utérines. En résumé, action surtout locale.

7° *Ionothérapie.* — Méthode encore à effets strictement locaux (tumeurs) et qui ne nous retiendra pas longtemps. La méthode est de MM. Haret, Danne et Jaboin. On doit rapprocher de cette méthode celle de l'ionothérapie radique consécutive aux injections de

sels solubles ou insolubles de MM. Wickham et Degrais en collaboration avec MM. Misset et Gaud. Là encore effets purement locaux; nous n'insisterons en conséquence pas.

Valeur comparée de ces méthodes.

N'ayant en vue dans ce travail que l'action générale de l'émanation sur la nutrition et non son action locale, nous dirons que le résultat obtenu sur la nutrition sera d'autant meilleur que l'absorption sera plus complète et l'élimination plus lente, ce qui permettra une action plus prolongée. Les injections ne peuvent être employées que lorsqu'il s'agit de lésions locales de mono-arthrites; leur indication est donc limitée, leur action surtout locale.

Dans la balnéation les téguments n'absorbent qu'une partie infinitésimale d'émanation et c'est en réalité par le pōumon qu'elle est absorbée.

En ce qui concerne l'action générale deux méthodes restent en présence : l'inhalation et l'ingestion. Les avantages respectifs de ces deux méthodes ont été très discutés et pour les comparer on a mesuré le degré, la persistance de la radio-activité du sang chez les sujets traités par chacune de ces deux méthodes. Les résultats ne sont pas concordants : Kemen confirmant les conclusions de Lazarus Strassbūrger Bickel conclut à la supériorité du traitement par la voie digestive. Lowenthal, Gudzent et l'Ecole de Ilis soutiennent au contraire l'excellence de l'émanation. Marékwald confirme leurs conclusions. En fait c'est par la méthode inhalatoire seule que Smith a obtenu la radio-activité

de tous les organes et bien que des résultats encourageants aient été obtenus par chacune de ces méthodes les statistiques les plus importantes, les plus impressionnantes ont été fournies par les auteurs qui comme His, Freund et M. le Professeur Teissier ont utilisé la voie respiratoire.

TROISIÈME PARTIE

L'Emanothérapie par les eaux minérales radio-actives

CHAPITRE I

ETAT ACTUEL DE LA QUESTION.

Nous avons étudié dans le précédent chapitre les différents modes d'utilisation de l'émanation : comparant ensuite la valeur de ces méthodes au point de vue de leur action générale sur la nutrition nous sommes arrivés à des conclusions que nous croyons devoir rapporter ici; les injections, disions-nous, ne peuvent être employées que lorsqu'il s'agit de lésions locales de monò-arthrites; dans la balnéation, les téguments n'absorbent qu'une partie infinitésimale d'émanation et c'est en réalité par les poumons qu'elle est absorbée; en ce qui concerne l'action générale sur la nutrition, deux méthodes seulement restent en présence : l'inhalation et l'ingestion dont les avantages respectifs ont été discutés, qui ont donné toutes les deux des résultats encourageants bien que les statistiques les plus

impressionnantes aient été fournies par les auteurs, qui comme His, Falta, Freund et M. le Professeur Teissier ont utilisé la voie respiratoire. L'inhalation, conclusions-nous constitue la méthode émanothérapique par excellence si l'on se place et c'est le cas dans ce travail au seul point de vue de l'action générale thérapeutique de ce gaz sur la nutrition. Nous avons cru devoir préciser ces données au début de ce chapitre afin que l'on ne soit pas étonné de ne nous voir occuper principalement par la suite que de deux modes d'utilisation des eaux radio-actives, l'ingestion et l'inhalation; les injections vaginales, intra-rectales et sous-cutanées n'ayant, à notre avis, qu'une action purement locale et la balnéation devant son action générale sur la nutrition à l'absorption de l'émanation qui se produit par l'épithélium pulmonaire pendant le séjour dans le bain.

L'émanothérapie par les eaux radio-actives est une méthode thérapeutique ancienne et nouvelle à la fois; ancienne, car somme toute, on fait à nombre de stations radio-actives de l'émanothérapie sans le savoir depuis qu'elles sont fréquentées; nouvelle en ce sens que ce n'est que depuis que M. Laborde, préparateur de M. Curie démontra en 1904 que les eaux dites « indéterminées », ou à faible minéralisation de la nomenclature médicale laissent échapper à leurs sources des quantités mesurables de gaz radio-actifs et en particulier d'émanation du radium, que l'on pensa à utiliser, les Allemands surtout, l'action générale sur la nutrition de l'émanation du radium et à rapporter à ce gaz les résultats thérapeutiques obtenus.

Les eaux radio-actives ne contiennent pas de ra-

dium; elles ne sont radio-activées par le phénomène de la radio-activité induite au contact de l'émanation en traversant des couches souterraines radifères. La radio-activité de ces eaux n'est naturellement que passagère et ne peut être guère employée, que sur place, au griffon même des sources. L'émanation du radium des eaux radio-actives peut être administrée : en boissons, inhalations, bains, douches vaginales, rectales et en injections sous-cutanées.

Nous n'avons pas l'intention de traiter ici de la technique des cures hydrominérales radio-actives, nous verrons cette question plus loin; il nous semble cependant d'ores et déjà indiqué de faire remarquer que si les modes d'utilisation en bains, boissons, lavements, douches vaginales sont réalisés dans la plupart des stations radio-actives françaises, les modes d'utilisation en injections et inhalations sont à peu près laissés de côté. Nous n'insisterons pas sur les injections d'eaux radio-actives; consécutivement à leur emploi le professeur His a observé dans des cas de rhumatisme articulaire aigu de la sédation de la douleur et de la disparition des phénomènes inflammatoires, mais les observations de ce genre sont rares et trop isolées, les résultats trop peu probants pour que l'administration de l'émanation en injections puisse compter parmi les modes d'utilisation de ces eaux en crénothérapie. Il n'en est pas de même de l'inhalation; cette méthode d'utilisation des eaux radio-actives est préconisée depuis longtemps en Allemagne où depuis onze ans fonctionnent des émanatoria qui employant l'émanation par la voie inhalatoire ont permis d'obtenir des résultats bien plus intéressants, en particulier dans la goutte

et le rhumatisme que ceux obtenus par l'ingestion et les bains des mêmes eaux radio-actives. L'on pourra, évidemment faire remarquer que si en France aux stations radio-actives on n'a pas installé d'émanatoria, à Plombières par exemple, il existe des étuves romaines ancien vaporarium retrouvé en 1857, laissé à sa destination première et comprenant une suite de salles à 25°, 30°, 35°, 45° que remplit la vapeur fournie spontanément par la source Vauquelin, mais nous répondrons que ces étuves romaines ne réalisent en aucun point la cure d'émanation telle qu'on la pratique en Allemagne par la voie inhalatoire, au moyen d'appareils émanifères spéciaux dégageant des quantités d'émanation connues, dosées et mesurées strictement au moyen de l'électroscope à feuilles d'or; nous ferons remarquer en outre que Plombières est une des rares stations françaises où l'on ait l'air d'utiliser l'émanation par la voie inhalatoire et que, abstraction faite de Luchon, Ax, Aix, Bagnols-de-la-Lozère, Evaux, où dans des étuves comme à Plombières on emploie incidemment l'émanation du radium que contiennent ces eaux sans avoir jamais songé à attribuer à cette émanation une part quelconque des résultats thérapeutiques obtenus, l'on ne trouve rien ou à peu près dans les autres stations radio-actives qui rappelle même de loin le mode d'administration de l'émanation du radium en inhalations, tel qu'on le pratique en Allemagne. Loin de nous l'idée de proner très haut cette méthode dont les effets thérapeutiques sont d'ailleurs limités; les eaux minérales allemandes sont trop peu variées au point de vue de leur minéralisation pour que les Allemands, dès le moment où le radium et la radio-

activité des eaux minérales furent découverts et où leurs propriétés thérapeutiques devinrent évidentes n'aient pas songé à les utiliser au maximum et peut-être à les commercialiser un peu trop. Il n'en est pas moins vrai cependant que des résultats intéressants ont été obtenus; nous les exposerons au fur et à mesure que nous étudierons les modes d'utilisation de l'émanation du radium envisagée strictement au point de vue de son action générale sur la nutrition. En même temps que nous essaierons de préciser la technique de la cure hydro-minérale radio-active, nous donnerons les résultats thérapeutiques obtenus.

CHAPITRE II

LES DIVERS PROCÉDÉS ÉMANOTHÉRAPIQUES.

LES RÉSULTATS THÉRAPEUTIQUES.

Deux modes d'utilisation seulement seront retenus par nous : l'ingestion et l'inhalation; ce sont les seuls et encore nous verrons que les résultats obtenus par l'ingestion d'eaux radio-actives sont moins intéressants que ceux obtenus par la méthode inhalatoire qui ont une action vraiment appréciable sur la nutrition générale.

Ingestion. — Ce mode d'utilisation qui, en clinique a permis à des auteurs tels que Lazarus, Strassbuüger, Bickel, d'obtenir des résultats tels qu'ils ont été amenés à conclure à la supériorité de la voie digestive sur

la voie inhalatoire n'est pour ainsi dire pas réalisé en France au moyen des eaux radio-actives, en tant du moins que mode d'utilisation propre à agir d'une façon générale sur la nutrition. On emploie bien les eaux de Plombières par exemple après les repas chez les hyper-peptiques comme sédatives de la sécrétion muqueuse et de l'énergie de la tunique musculaire de l'estomac; de Bourbon-Lancy (source de la Reine) qui déterminent de la sudation, une augmentation du volume total de l'urée et souvent des urates (l'acide urique au 20^e jour de la cure étant éliminé dans des proportions dépassant de 0,50 à 0,80 la moyenne journalière ordinaire); de Bains-les-Bains (source Colomban) en particulier qui sont diurétiques; de Dax qui augmentent aussi la diurèse, de Luxeuil qui ont les mêmes effets; de Bagnoles-de-l'Orne (source des Fées); mais toutes les cures de boissons réalisées aux eaux radio-actives françaises ne sont jamais faites pour agir sur la nutrition en général et dans le but d'utiliser les actions biologiques de l'émanation du radium sur cette nutrition; elles sont uniquement considérées comme des adjuvants de la cure. On n'utilise jamais ou plutôt rarement les propriétés thérapeutiques générales de l'émanation sous cette forme, si tant est que l'on connaît la présence de cet agent thérapeutique dans ces eaux et surtout qu'on lui rapporte les résultats thérapeutiques obtenus.

Nous avons vu dans le chapitre précédent les résultats thérapeutiques obtenus par l'ingestion d'eau radio-activée en Angleterre; nous avons vu que les résultats publiés par les Instituts de Londres et de Manchester sont loin d'être décourageants. Les résultats thérapeuti-

ques tirés des statistiques allemandes et publiés consécutivement à des cures d'émanation par la voie digestive aux eaux de Kreuznach semblent aussi prouver que cette cure pratiquée dans des conditions particulières peut agir efficacement sur la nutrition.

Résultats thérapeutiques. — La technique consistait en l'ingestion de 250 centimètres cubes d'eau radioactive contenant 30 U. M. après chaque repas.

Goutte. — 10 cas traités, 5 améliorés. Constatation au début de la réviviscence des douleurs. Abaissement de l'excrétion de l'acide urique. Disparition dans 3 cas. Disparition des tophus dans 3 cas. Diminution dans tous les cas améliorés.

Rhumatisme. — Il s'agit de formes chroniques d'emblée : 12 cas; de 5 cas de rhumatisme secondaire au rhumatisme articulaire aigu; de 3 cas de rhumatisme gonococcique. Amélioration des formes chroniques d'emblée dans 6 cas. Amélioration des formes secondaires au rhumatisme articulaire aigu dans 2 cas. Aucun résultat dans le rhumatisme gonococcique dont 2 cas furent d'ailleurs améliorés par les boues radio-actives.

Ces résultats sont encore comparables à ceux obtenus en clinique par la voie digestive et inhalatoire; ils semblent prouver que l'émanothérapie par la voie digestive est susceptible de donner des résultats très intéressants : les conclusions de quelques auteurs qui avaient prétendu que l'ingestion d'émanation est sans valeur, ce gaz de la paroi intestinale passant dans la veine porte et de là dans le poumon d'où il est expiré

sans avoir pénétré dans le sang sont donc à rejeter : les recherches approfondies de Eicholt, Kemen, Neumann semblent prouver au contraire que dans les cures d'émanation par ingestion bien conduites (administration en particulier de l'émanation après les repas), ce gaz passe dans le sang et détermine des effets biologiques comparables à ceux obtenus par la voie inhalatoire; il semble même d'après ces mêmes auteurs qu'il faille conclure à une plus grande efficacité de la cure d'inhalation; si on l'associe à la cure par ingestion; dans le même ordre d'idées il semble avantageux à Engelmann et Achoff d'associer l'inhalation aux bains, l'introduction de l'émanation dans l'organisme par la peau ayant été, paraît-il vérifiée par eux : ces derniers sont malheureusement des médecins de stations thermales qui à ce titre ont certainement une tendance exagérée à vanter le mode d'utilisation le plus habituel de leur station.

Inhalation. — C'est la méthode susceptible d'exercer le plus d'effet sur la nutrition générale. C'est la méthode par excellence; c'est celle qui a permis à His, à Gudzent, à Falta, à Freund, à M. le Professeur Teissier de publier les statistiques les plus impressionnantes. L'inhalation d'émanation du radium provenant d'eaux radio-actives a-t-elle la même valeur que l'inhalation d'émanation obtenue en clinique par les moyens habituels. La cure d'émanation est-elle facilement praticable aux sources radio-actives? Quelles sont les techniques employées en France et en Allemagne? Quels sont les résultats thérapeutiques obtenus? Examinons suc-

cessivement ces divers points. En France l'idée de faire respirer l'émanation aux malades n'est pas nouvelle. Elle a été appliquée dès 1905 et en particulier au Laboratoire biologique du radium en 1906. Cependant on pratiquait depuis bien des années, sans s'en douter des cures d'émanation analogues dans les établissements thermaux. Telles sont les aspirations inhalatoires adoptées dans plusieurs stations. C'est le Docteur Michel Bertrand qui ayant pressenti dès 1823 dans son livre sur les Propriétés physiques, chimiques et médicinales des eaux du Mont-Dore les propriétés radio-actives fit installer vers 1835 à 1840 pour la première fois à cette station des salles d'aspirations qui servirent jusqu'à l'ouverture de l'établissement des vapeurs, en 1851. Remarquons que dès 1845 Pujade à Amélie-les-Bains et Lallemand au Vernet avaient aussi ouvert des salles d'aspiration alimentées par la vapeur spontanée des sources. Ces trois médecins furent, chacun de leur côté des initiateurs car il est vraisemblable qu'ils ne se connaissaient pas.

Actuellement la production des brouillards médicamenteux se fait d'une façon plus rationnelle. La vapeur (obtenue autrefois par ébullition de l'eau) n'est plus que le véhicule de l'eau minérale qui est pou-droyée; en même temps, elle sert d'agent de température de sorte que l'atmosphère des chambres d'émanation est composée d'eau minérale nébulisée entraînée par la vapeur dont elle sert à élever la température. D'autre part, l'eau minérale est pulvérisée par un courant d'air comprimé froid, ce qui constitue l'agent d'équilibre de la température; les gaz des sources sont

également entraînés dans les salles. De grandes chaudières placées au sous-sol produisent la vapeur, servant à entraîner l'eau minérale qui est distribuée absolument comme un pulvérisateur. Il en est de même pour les pulvérisateurs d'eau froide, actionnés simplement par l'air comprimé. Il est dès lors facile d'obtenir une température nettement déterminée qui est dans certaines salles, de 28°, 30° et 32°. L'aération se produit très régulièrement par des conduits spéciaux et des plaques de ventilation. Quant à l'eau de condensation on évite toute stagnation au moyen de carreaux perforés qui la laissent passer et l'entraînent dans les tuyaux de drainage siphonnés. Tel est le premier type d'installation française permettant de pratiquer l'émanothérapie par la voie inhalatoire. A d'autres stations radio-actives, on utilise par la voie inhalatoire l'émanation du radium qui se trouve dans la vapeur dégagée spontanément par la source radio-active. Evaux, Ax, Aix, Luchon, Bagnoles-de-la-Lozère. Le type de ces étuves est Plombières où l'on utilise en inhalation dans une suite de salles à 25°, 30°, 35°, 45°, la vapeur fournie spontanément par la source Vauquelin. Telles sont les salles d'aspirations, les salles d'émanations ou émanatoires français.

Aucune amélioration par conséquent n'a été apportée aux anciennes techniques.

Non seulement on n'a pas installé d'appareils spéciaux susceptibles de recueillir l'émanation; non seulement on ne dose ni ne contrôle la quantité donnée; non seulement on ne surveille pas la cure comprise de cette façon, mais il semble même que quand, par

exemple à Plombières on envoie un malade atteint de telle ou telle affection aux étuves, on ne se rend pas bien compte d'abord que l'on plonge le malade dans un milieu gazeux radio-actif; ce fait, peut être constaté non seulement à Plombières, mais encore à Ax, Bagnols-de-la-Lozère, Aix, Luchon, où là aussi dans des étuves et sans avoir l'air de le savoir on fait faire aux malades une cure d'émanation par la voie inhalatoire; ensuite que cette cure indiquée dans certaines affections peut être contre-indiquée dans d'autres, enfin et c'est plus grave que l'agent thérapeutique que l'on emploie est l'émanation du radium.

Ce qui se passe à Plombières à ce point de vue est caractéristique; les faits que nous allons rapporter nous ont été exposés par un médecin consultant des eaux de Plombières; à ce titre là ils ne sauraient ni être mis en doute ni même discutés. Un malade vient trouver un médecin consultant de Plombières : il est atteint, soit de goutte, soit de rhumatisme, de sciâtique, d'une névrite quelconque et demande s'il peut aller aux étuves : l'autorisation ne lui est que rarement refusée. Aux étuves le malade peut suivant que cela lui convient ou non se promener, s'asseoir, décider lui-même s'il doit y rester cinq minutes ou une heure, prendre une douche froide après ou non, se reposer consécutivement ou marcher; si l'on ajoute que la quantité d'émanation donnée n'est pas mesurée parce qu'on n'a jamais songé à installer des appareils de mesure, nous n'aurons pas de peine à conclure que la cure d'émanation par la voie inhalatoire est en France régie par l'empirisme le plus absolu.

Il semble cependant que l'on songe à réagir un peu contre cet empirisme; les expériences faites en 1917 par le Médecin-major Pappas sont à ce point de vue édifiantes.

Ces essais ont été pratiqués sur des soldats atteints de diverses affections dans l'émanatorium de Lamalou. Schématisées les conclusions tirées ont été les suivantes : l'émanation absorbée est éliminée par les urines, l'examen radioscopique de celles-ci permet d'en doser la radio-activité et de suivre ainsi l'évolution du médicament dans l'organisme. Pendant les premiers jours du traitement les urines ne sont radio-actives qu'après l'inhalation mais au bout de quelques jours la radio-activité devient permanente dans les urines ce qui prouve que l'organisme a retenu l'émanation après s'en être pour ainsi dire saturé. Quand cesse le traitement la radio-activité se manifeste encore au bout d'un mois environ, ce qui prouve que l'émanation est retenue et que son action persiste. Les effets thérapeutiques les plus frappants ont été observés dans le traitement des arthropathies notamment chez les goutteux. Le médecin-major Pappas a constaté aussi que la diurèse pendant la cure était fortement augmentée, qu'on avait au début une sorte de décharge urique, et que le titre d'acide urique diminuait ensuite se maintenant à un chiffre très inférieur. Ces résultats obtenus à Lamalou corroborent donc et ne sont encore que la confirmation de ceux obtenus en clinique par His et M. le Professeur Teissier, nous verrons par la suite qu'ils sont aussi en concordance avec ceux obtenus aux émanatoria des stations radio-actives allemandes; elles con-

tribuent à prouver péremptoirement l'action de l'émanation sur les maladies de la nutrition, et que cette émanation paraît avoir une sorte d'action élective sur les tissus en y excitant considérablement le processus vital. Les doses employées par le Médecin-Major Pappas ont été variables; il n'a jamais paru utile de dépasser 50 millimicrocuries par litre d'air respiré ni de prolonger les séances indéfiniment.

L'émanation dont se servait l'expérimentateur était fournie par le laboratoire de M. Crémieu qui en décarbonatant les gaz émis par la station de Colombières-sur-Orb, près Lamalou ou encore les liquéfiant pour les distiller ensuite a pu recueillir de l'émanation presque pure. Cette dernière ainsi captée, M. Crémieu a pu faire des atmosphères artificielles représentant 1 microcurie $1/2$ par mètre cube dont s'est servi M. le Médecin-Major Pappas pour faire les expériences et obtenir les résultats que nous signalons.

En Allemagne, l'émanation du radium des sources radio-actives a été utilisée par la voie inhalatoire dans des établissements spéciaux, les émanatoria installés aux sources mêmes. Nous allons décrire ici les diverses installations qui ont été pratiquées, donner et commenter ensuite les résultats thérapeutiques obtenus.

Les émanatoria allemands sont nombreux, trop nombreux peut-être car on a l'impression nette en lisant le nombre formidable de rapports que les auteurs ont écrit sur la question qu'ils ont peut-être commercialisé par trop le radium et les propriétés thérapeutiques de l'émanation; ils peuvent être

ramenés à trois types : les émanatoria type Kreuznach; les émanatoria de circulation (Aix-la-Chapelle, Gastein, Wiesbaden); les émanatoria humides (Brandbach, Baden-Baden).

Emanatorium de Kreuznach. — Le Docteur Karl Aschoff émit en 1911 l'hypothèse que l'émanation du radium dont on trouvait des traces autour des établissements balnéaires de cette station avait pour origine le porphyre que l'on rencontrait à une certaine distance dans le sol de la région. Il fit en 1912 des recherches dans ce sens qui peuvent être ainsi résumées. Il existe dans le parc de Kreuznach une vieille galerie creusée dans le rocher porphyrique qui avait servi autrefois à extraire le mercure. Y soupçonnant la présence d'émanation du radium provenant des éléments radio-actifs du porphyre le Docteur Aschoff la fait nettoyer et au moyen d'appareils de mesure spéciaux, se rend compte qu'en effet elle contient de l'émanation du radium en quantités appréciables. Il fait alors creuser trois galeries secondaires adjacentes à la galerie principale, fait construire trois puits d'aspiration et au moyen de tuyaux adaptés aux puits et d'un aspirateur envoie l'émanation ainsi captée de ces galeries dans une petite coupole en fer blanc construite pour la circonstance. Là, il dose l'émanation recueillie, extraite pour ainsi dire et constate qu'elle y est en quantité plus que suffisante pour pouvoir donner des résultats thérapeutiques. Le Docteur Karl Aschoff avait à peine publié le résultat de ses expériences qu'aussitôt la Société des bains de Kreuznach fit construire et expérimenter en 1912 l'émanatorium de Krenznach.

Comme nous venons de le voir, il avait été primitivement décidé de n'utiliser à cet émanatorium que l'émanation de provenance porphyrique et extraite, pour ainsi dire, des puits du Docteur Aschoff; mais fortuitement ayant découvert dans les fondations sur lesquelles on pensait bâtir l'émanatorium deux sources sodiques les Allemands, et ce fait confirme bien une fois de plus leur esprit de méthode, les étudièrent au point de vue de la radio-activité, et virent qu'elles contenaient des quantités très appréciables d'émanation. Il était, cela se conçoit aisément, naturel de profiter de ces deux sources d'émanation et d'utiliser l'émanation provenant des sources sodiques, et l'émanation des puits du Docteur Aschoff. Ce fut fait et bientôt fonctionna l'émanatorium de Kreuznach.

L'émanatorium de Kreuznach est un pavillon élégant construit à l'entrée de la galerie principale au fond de laquelle le Docteur Aschoff a fait ses premières expériences. Il s'élève nous l'avons vu au-dessus de deux sources sodiques radio-actives. Son cubage est de 100 mètres cubes.

Venant du dehors on passe dans une antichambre fermée hermétiquement d'une double porte de laquelle part un couloir qui conduit dans l'inhalatorium proprement dit également fermé par des doubles portes. L'inhalatorium est limité d'un côté par une grande baie vitrée qui permet d'avoir une vue magnifique sur la Nahe; des sièges et des sofas y sont symétriquement disposés, son chauffage est assuré par un poêle électrique. Au milieu du plafond se trouve l'ouverture de dégagement du tuyau provenant de la galerie souler-

rairie du Docteur Aschoff; l'émanation captée ainsi que nous l'avons vu par un aspirateur à grande puissance est refoulée dans l'inhalatorium où elle est respirée par les malades. Au milieu du plancher se trouve la deuxième source d'émanation; l'eau des sources étant élevée dans des tubes de verre est débarrassée de son acide carbonique et de sa vapeur d'eau et c'est en définitive de l'émanation à peu près pure qui par un tuyau aboutissant au plancher de l'inhalatorium est déversée dans ce dernier où elle se mélange à l'autre. On aspire de temps en temps le contenu émanifère de la chambre et on l'y ramène après l'avoir ozonisé, précaution qui paraît un peu superflue si l'on songe que toutes les heures on renouvelle à peu près complètement tout l'air de l'émanatorium. Tel est l'émanatorium de Kreuznach qui utilise en définitive l'émanation captée au moyen d'un tuyautage au sein même du porphyre d'abord; l'émanation provenant des sources sodiques radio-actives ensuite. La quantité d'émanation utilisée et que contient l'inhalatorium par conséquent, est de 15 à 25 U. M. par litre d'air, quantité très suffisante pour obtenir des résultats thérapeutiques complets.

Un second mode d'utilisation de l'émanation du radium par la voie inhalatoire est encore réalisé à Kreuznach par le séjour dans les galeries de graduation (Gradirbau). Sous un hangar spacieux sont accumulés des fascines de petit bois formant un amas de 10 à 30 mètres de haut sur 3 mètres d'épaisseur. De l'eau chlorurée radio-active s'écoule d'une turbine située à la partie supérieure de cet amas et s'évapore progressivement pour retomber très concentrée dans des bas-

sités situés au-dessous des fascines les plus basses. Une galerie largement ouverte en fait le tour et les malades y séjournent du côté opposé au vent qui souffle. C'est là un traitement des affections des voies respiratoires appliqué surtout aux scrofuleux et que l'on utilise non seulement à Kreuznach mais encore à Reichenball, à Manheim et à Kissingen.

L'eau chlorurée de Kreuznach étant radio-active, l'émanation se dégage et des expériences ayant été faites à ce sujet ont permis de se rendre compte que les quantités d'émanation dosées dans l'air environnant les (Gradirwerke) étaient appréciables et variaient de 0,03 0,05 U. M. à 8,76 U. M. Ces quantités étant suffisantes pour produire des effets thérapeutiques on a songé bientôt à utiliser l'émanation du radium dégagée de cette façon. Des résultats thérapeutiques n'ayant pas été publiés, à notre connaissance du moins sur ce mode d'utilisation de l'émanation nous ne pouvons formuler de conclusions.

Un dernier mode d'utilisation de l'émanation à Kreuznach et encore plus particulier que le précédent est le « Bain d'air radio-électrique » imaginé par Haase et Achoff. Le principe de ce mode d'utilisation de l'émanation est d'amasser à la surface du corps un dépôt radio-actif et d'obtenir ainsi un effet très durable de l'émanation. Les sujets nus sont étendus sur des chaises longues isolées; on charge leur corps d'électricité négative et ils recueillent les produits électro-positifs de l'émanation. Des statistiques contrôlables sur les résultats thérapeutiques obtenus par cette méthode n'ont pas été publiés.

Emanatoria de circulation. — Il existe des modèles d'émanatoria de ce genre à Aix-la-Chapelle, Gastein et Wiesbaden. Le principe général de leur installation peut être schématisé de la façon suivante. On projette dans une chambre fermée, de l'eau de source radioactive contre une paroi dure à surface augmentée par des dentelures. L'émanation du radium s'étant dégagée, l'air de la chambre est aspiré, rafraîchi, libéré de son acide carbonique et de son humidité et conduit à l'inhalatorium proprement dit. Les malades ayant terminé leur cure d'émanation, cette dernière est reprise à nouveau et renvoyée dans une chambre où elle est mélangée à de l'émanation provenant de l'eau radioactive traitée comme nous l'avons dit précédemment; on ozonise et on fait resservir. Les stations qui emploient ces procédés de circulation, ont été obligées d'y avoir recours car leur teneur radio-active est faible (exception faite pour Gastein); Wiesbaden a en effet 0,62 en milligrammes-minutes. Des installations de cet ordre sont compliquées, difficiles à réaliser, très coûteuses car elles nécessitent l'emploi d'un outillage spécial et en particulier d'aspirateurs et de refouleurs à grande puissance. Ce n'est pas à notre avis un procédé d'utilisation de l'émanation du radium susceptible d'être adopté aux stations radio-actives françaises.

Emanatoria humides. — Il existe des modèles d'émanatoria de ce genre à Brandbach et Baden-Baden. Nous allons décrire celui de Baden-Baden; c'est le modèle du genre, le type à adopter à notre avis; il présente en effet sur les types précédemment décrits les gros avan-

tages de ne pas nécessiter l'emploi et l'entretien d'une machinerie compliquée, d'être simple, aisément réalisable, enfin d'être bien moins coûteux que les types d'émanatoria précédents.

Cet émanatorium a été construit sur les indications d'Engler. Comme l'emplacement qui se trouve au griffon même de la source Bütten était peu favorable à l'installation d'un émanatorium, après que des expériences faites eurent montré que l'eau de la source amenée à l'aide d'un long tuyau au milieu du parc Hamilton possédait la même radio-activité; on décida de construire l'émanatorium à cet endroit.

Pour obtenir un débit constant l'eau est rassemblée dans un réservoir contenant 1 mètre cube et demi et conduite de là au plafond de l'inhàlatorium. Elle est débitée alors sur une série de plateaux à surfaces d'évaporation très augmentées par des dentelures et finalement recueillie dans des vasques. (Le principe et l'installation sont somme toutes à peu près les mêmes que ceux qui permettent les inhàlations sulphydriquées d'Allevard. Des expériences d'ailleurs analogues à celles qui ont permis de se rendre compte qu'à Allevard dans les vasques il y avait beaucoup moins d'acide sulphydrique qu'en haut et qu'en conséquence il avait été projeté dans l'atmosphère ont prouvé qu'à Baden-Baden la quantité d'émanation qui se dégage dans les vasques est à peu près nulle et qu'en conséquence il y avait projection dans la salle de la plus grande partie de l'émanation du radium que contient la source Bütten (7,65 en milligrammes-minutes).

A une vitesse de débit de un litre à la minute on

réussit à porter et à maintenir le contenu émanifère de la pièce à 10,12 et même 15 U. M. par litre d'air. La température de l'émanatorium est maintenue à 25° à l'aide d'un poêle électrique. La cure se fait sur des chaises longues ou des fauteuils en rotin. On fait passer l'air de la respiration pour le débarrasser de son acide carbonique et de la vapeur d'eau dans une tour de chaux; ce procédé très simple suffit. Le renouvellement de l'air se fait à l'aide d'un ventilateur.

Les avantages principaux de l'émanatorium de Baden-Baden sont : de ne pas être obligé d'employer comme à Wiesbaden et Aix-la-Chapelle pour obtenir la même concentration émanifère des quantités formidables d'eau qui quels que soient les procédés de dessiccation employés humidifient par trop l'atmosphère; de ne pas nécessiter l'emploi d'une machinerie et d'une tuyauterie par trop colossale, d'aspirateurs et de refouleurs puissants comme à Kreuznach, Manheim, Gastein, Aix-la-Chapelle, installation qui sont coûteuses d'abord, difficiles à réaliser ensuite, à entretenir en troisième lieu et qui amènent bientôt malgré les procédés d'enrichissement de l'émanation que nous avons indiqués des déperditions rapides et considérables d'émanation; d'être un exemple unique d'émanatorium de source pure facilement réalisable n'importe où, à peu de frais avec une eau moyennant radio-active, car il n'y a pas de perte. L'émanatorium de Baden-Baden nous paraît être celui qu'il conviendrait de voir adopter par les stations françaises radio-actives si tant est que par la suite on songe à y utiliser les propriétés générales de l'émanation du radium sur la nutrition.

Tels sont les émanatoria allemands, tels sont les procédés d'utilisation de l'émanation des eaux radio-actives allemandes qui ont permis d'obtenir le maximum d'effet thérapeutique sur la nutrition. Nous allons exposer quelques-uns de ces résultats.

Résultats thérapeutiques.

Ces résultats ont trait à l'utilisation de l'émanation qui se dégage au griffon de la source Bütten à Baden-Baden par la voie inhalatoire dans l'émanatorium précédemment décrit.

Goutte. — C'est dans le traitement de cette affection que les résultats les plus intéressants ont été obtenus. Les auteurs rapportent que sur 67 cas de goutte traités 49 ont été améliorés; ils signalent aussi, au début du traitement, et c'est là un phénomène observé depuis longtemps une réviviscence des douleurs qui s'atténue par la suite et qui correspond probablement comme nous l'avons déjà vu à la mutation de l'acide urique en acide oxalique (Professeur Teissier). Au bout de cinq semaines, c'est une moyenne, il a été constaté une disparition à peu près totale de l'acide urique du sang dans les cas améliorés, avec en plus une diminution considérable des tophus et même dans 6 cas une disparition complète. Les séances d'émanothérapie inhalatoire ont été de une heure. Dans les 49 cas améliorés 80 séances, c'est une moyenne, ont été nécessaires; pour les 18 autres cas l'émanothérapie fut abandonnée avant sauf dans 5 cas, où le nombre des séances atteignit et même dépassât la centaine sans résultat.

Rhumatisme. — 57 cas ont été améliorés sur 133 traités. Les meilleurs résultats ont été obtenus dans les formes de rhumatisme chronique d'emblée et sont par conséquent à rapprocher des résultats obtenus par Iils en émanothérapie clinique, dans les cas surtout où l'on ne constatait que de l'inflammation de la capsule et des synoviales sans lésions des cartilages. Aucun résultat n'a été obtenu dans 6 cas de rhumatisme gonococcique dont 3 ont d'ailleurs été améliorés par les boues radio-actives artificielles. Sur 11 cas de rhumatisme articulaire aigu 3 améliorations seulement sont signalées par les auteurs; sur 7 cas de rhumatisme à forme sèche, 5 améliorations; les autres améliorations 46, par conséquent portent sur des cas de rhumatisme chronique d'emblée.

Névralgies. Névrites. — 17 cas de lumbago traités. Amélioration dans 9 cas. 11 cas de sciatique; amélioration dans 6 cas. Les auteurs insistent sur des résultats obtenus chez les tabétiques douloureux; ils ont obtenu dans 36 cas traités 29 améliorations de crises viscérales et de douleurs fulgurantes. Ces résultats sont intéressants en ce sens qu'ils confirment ceux obtenus dans le traitement des mêmes syndromes douloureux aux eaux de Plombières, Nérès et Dax. Les eaux de Lamalou restent évidemment celles dont les malades tireront le plus de bénéfices dans le plus grand nombre des cas, ces observations permettent de penser néanmoins que les stations radio-actives sont appelées à prendre une importance de jour en jour plus grande dans le traitement des manifestations douloureuses du

tabès. Ces améliorations de syndromes douloureux permettent aussi de penser que l'émanation du radium agit bien en tant qu'élément thérapeutique sur les manifestations douloureuses aux étuves d'Aix, d'Ax et de Luchon où sans songer jamais à lui attribuer une part thérapeutique quelconque on utilise l'émanation du radium.

Les résultats que nous venons de publier ont été obtenus avec des doses d'émanation qui variaient de 10 à 17 U. M. par litre d'air.

Tous les résultats thérapeutiques que nous avons publiés prouvent : que la cure d'émanation qu'elle soit faite en clinique ou aux stations radio-actives a la même valeur et donne les mêmes résultats thérapeutiques sur la nutrition; que la cure d'inhalation donne les meilleurs résultats mais que la cure d'ingestion n'est pas à dédaigner surtout si on associe les 2 méthodes. Les derniers résultats thérapeutiques que nous venons de donner sont à rapprocher de ceux tirés des statistiques déjà publiées et en particulier de celles de His (goutte, rhumatisme), de Falta et Freund (rhumatisme articulaire aigu, rhumatisme à forme sèche, sciatique), de J. von Benczur et de Macé de Lépinay (tabès douloureux); de ceux de Lamalou publiés par M. le Médecin-Major Pappas, de ceux obtenus en Angleterre par les eaux radio-activées en ingestion; de ceux obtenus encore à Kreuznach par l'ingestion d'eau minérale radio-active; de ceux enfin publiés par M. le Professeur Teissier et M. Rebattu; ceux-ci sont à peu près similaires à ceux-là et les conclusions de ces auteurs conservent toute leur haute valeur.

CHAPITRE III

INDICATIONS ET CONTRE-INDICATIONS DES CURES THERMALES RADIO-ACTIVES.

Indications principales. — Faite aux émanatoria, la cure d'émanation par la voie inhalatoire qui utilise plus particulièrement l'action générale sur la nutrition de l'émanation du radium serait plus spécialement indiquée dans : 1° les maladies par ralentissement de la nutrition, l'arthritisme, le neuro-arthritisme, la diathèse urique et pour préciser dans la goutte, le rhumatisme goutteux à manifestations articulaires, la goutte larvée; 2° les arthropathies chroniques et en particulier celles où dominant les lésions de la capsule et de la synoviale sans lésions des cartilages; 3° les névralgies rebelles, les sciatiques, surtout celles plus ou moins liées à la diathèse urique; 4° les douleurs fulgurantes et les viscéralgies du tabès.

Par la balnéation, l'ingestion, la balnéation et l'ingestion associées, la balnéation, l'ingestion et l'inhalation associées on utilise bien quelques-unes des propriétés générales de l'émanation sur la nutrition, ce qui justifie encore l'emploi de ces modes d'utilisation dans les mêmes syndromes que précédemment mais les résultats obtenus sont infiniment moins appréciables que ceux obtenus par l'inhalation.

Indications secondaires. — Ce sont somme toute, les indications générales de la cure thermique radioactive française. Le mode d'utilisation principal de l'émanation étant le bain, ce sont les propriétés sédatives, résolutives et toniques de l'émanation qui sont exploitées au détriment de ses propriétés générales sur la nutrition.

Dans ce cas, les indications de la cure thermique radioactive seraient :

1° *Maladies du système nerveux.* — Neura-thénie, agitation, vertiges, nervosisme, spasmes, chorée, maladie de Parkinson, névralgies.

2° *Maladies des femmes.* — Métrites, paramétrites, congestions utérines, prurit vulvaire, vaginisme, stérilité, douleurs ovariennes, névrites post-puerpérales.

3° *Enfants neuro-arthritiques.* — Troubles de l'adolescence. — Lymphatiques, scrofuleux, anémiés (auxquels on recommande plus spécialement en Allemagne la cure d'émanation faite dans les « Gradirbau »).

4° *Maladies des voies urinaires.* — Goutte, colique néphrétique.

5° *Maladies de cœur et des vaisseaux.* — Cardiopathies valvulaires bien compensées, surtout d'origine rhumatismale.

Troubles nerveux sans lésions myocarditiques (Tachycardie, phlébites, plaies variqueuses).

Comme on l'a vu les Allemands utilisent l'émanation « *larga manu* » dans un grand nombre de maladies et de syndromes différents souvent même sans chercher à

en connaître la cause. Ce qui semble devoir être retenu avant, que des travaux nouveaux et qui semblent s'imposer aux stations radio-actives françaises ait jeté un peu plus de lumière sur cette question c'est que les cas pathologiques quand ils sont guéris se rattachent plus ou moins à la diathèse urique, à l'uricémie à manifestations polymorphes qu'il faut toujours essayer de dépister.

Contre-indications. — Les contre-indications spéciales sont peu nombreuses. La cure d'émanation est contre-indiquée dans la tuberculose (l'émanation du radium favorise les hémoptysies); les cardiopathies non compensées. Certains sujets d'autre part réagissent à la cure d'émanation beaucoup plus que d'autres pour des mêmes doses employées. Les derniers travaux faits dans ce sens semblent même permettre de conclure que la cure d'émanation par la voie inhalatoire doit être individuelle, certaines doses donnant des effets thérapeutiques chez certains sujets, et n'en donnant pas chez d'autres, en donnant même parfois de défavorables. Il y a par conséquent surtout lieu de retenir comme contre-indications la tendance aux hémorragies. Encore faut-il remarquer qu'on a enregistré des succès dans des cas de fibromes s'accompagnant de fortes hémorragies. Certains auteurs font de la néphrite chronique une contre-indication. Armstrong cependant a constaté chez 27 brightiques, avec un abaissement de la pression artérielle, une augmentation de la densité des urines de 1008 à 1011 et du taux de l'urée qui s'éleva de 21 g. 8 à 24 g. 7. La pres-

sion artérielle fut également abaissée chez des artérioscléreux hypertendus. Il ne semble pas enfin que l'albuminurie ait été aggravée consécutivement à la cure d'émanation. Cette inocuité de l'émanation en thérapeutique était d'ailleurs à prévoir d'après les recherches expérimentales établissant que des doses d'émanation sont nécessaires pour obtenir des effets toxiques à peine appréciables. En résumé, à part la tendance aux hémorragies les contre-indications de la cure d'émanation paraissent très limitées; les faits que nous rapportons d'autre part ne sont pas basés sur un nombre suffisant d'observations pour permettre de fixer décisivement les contre-indications nettes de la cure. Ce sera l'œuvre de l'avenir.

QUATRIÈME PARTIE

Les enseignements pratiques et les recherches de contrôle de l'avenir

CHAPITRE I

LES INDICATIONS ET CONTRE-INDICATIONS TELLES QU'ELLES RÉSULTENT DES TRAVAUX CRITIQUÉS DES AUTEURS.

Les enseignements pratiques à tirer des résultats thérapeutiques publiés par les différents auteurs sont nets en ce qui concerne les arthropathies et les névralgies.

Adoptant la classification des arthropathies de MM. les Professeurs Teissier et Roque et nous inspirant des travaux du premier de ces auteurs, nous croyons pouvoir les schématiser ainsi :

Les arthropathies trophoneurotiques caractérisées par des déformations symétriques, des lésions cartilagineuses, des productions ostéophytiques, de la raréfaction et des destructions osseuses, comprenant le rhumatisme chronique déformant primitif, les arthrites

survenues au cours des maladies de la moelle ne sont pas influencées par l'émanothérapie. Les arthropathies diathésiques ou toxiques avec nodosités d'Iléberden, dépôts uratiques, comprenant les arthrites goutteuses et les arthropathies par trouble des sécrétions internes sont en général très améliorées par l'émanothérapie c'est l'enseignement pratique le plus net à retenir.

Les arthropathies post-infectieuses avec leurs localisations électives sur le tissu fibreux et les synoviales, leurs tendances ankylosantes, comprenant les arthropathies rhumatismales vraies, blennorrhagiques, tuberculeuses, syphilitiques, le pseudo-rumatisme infectieux réagissent à l'émanation d'une façon variable, tantôt favorable, tantôt défavorable.

Voilà l'acquis, voilà les conclusions à tirer des travaux publiés jusqu'à ce jour. Ces travaux sont à contrôler à nouveau; des recherches semblent devoir être entreprises dans ce sens et sur une grande échelle; elles permettraient probablement se basant sur un nombre plus considérable encore d'observations de fixer plus exactement les indications de la cure, le pourquoi des actions favorables et défavorables obtenues parfois dans des cas cliniques absolument similaires, d'obtenir peut-être des résultats avec des doses supérieures d'émanation.

Ce qui reste acquis encore n'est qu'au point de vue des névralgies et des sciaticques, celles de nature diathésique sont les plus heureusement influencées, celles qui dépendent d'une autre cause (syphilis, tuberculose, diabète) ne sont nullement influencées. Dans cet ordre d'idées encore des précisions seront apportées

par les travaux futurs. Au point de vue clinique et en ce qui concerne la goutte les résultats de His, de M. le Professeur Teissier et ceux enfin obtenus aux émanatoria allemands prouvent la guérison clinique. L'acide urique du sang disparaît consécutivement au traitement; l'excrétion urique élevée au début diminue très fortement par la suite. En ce qui concerne le rhumatisme gouteux on note des résultats similaires, les douleurs augmentent pendant la décharge urique, disparaissent ou s'amendent très fortement par la suite en même temps que survient la guérison clinique. Dans les autres formes cliniques on obtient peu de résultats absolus, la guérison clinique absolue se produit rarement et si elle se produit il s'agit de rhumatismes péri-articulaires, voisins du rhumatisme gouteux avec tophus autour de l'articulation. On note dans ces derniers cas surtout des améliorations, environ 40 % des cas, améliorations entendues en ce sens que sous l'action des propriétés sédatives de l'émanation on voit le sommeil reparaître en même temps que disparaît ou s'atténue la douleur. Tels sont les faits observés au point de vue clinique, il y avait lieu de les vérifier à nouveau pour avoir de nouvelles données sur la question.

En ce qui concerne les autres maladies, il semble établi que les Allemands continuent à avoir une tendance exagérée à généraliser leur traitement à un grand nombre de maladies ou de syndromes très différents et notamment dans les algies quelle qu'en soit la cause. Les résultats thérapeutiques qu'ils ont publiés à ce point de vue sont à rigoureusement contrô-

ler. Sont à contrôler, à vérifier et à discuter également les résultats obtenus dans le tabès par Benczur, Falta et Freund, les résultats obtenus par les mêmes auteurs dans les névralgies du trijumeau, la dysménorrhée, l'aménorrhée, la maladie de Parkinson, les névrites puerpérales, les myocardites, les endocardites, les néphrites dans lesquelles His n'a obtenu aucun résultat, dans lesquelles Grin, au contraire, en employant de très fortes doses d'émanation a augmenté la diurèse dans 2 cas dans lesquels aucun autre moyen n'avait réussi (notons en passant que l'auteur propose d'employer de très fortes doses (500 U. M.); dans l'artériosclérose, chez les hypertendus, dans la sclérodermie (sur 5 cas 1 amélioration Benczur), les névroses. Tous ces faits méritent bien entendu une étude plus approfondie pour être pris en considération mais encore y aurait-il lieu de faire cette étude.

CHAPITRE II

LES RECHERCHES DE CONTROLE DANS LES STATIONS HYDROMINÉRALES FRANÇAISES.

Ce sont les médecins des stations radio-actives françaises à notre avis qui sont appelés à élucider par la suite tous ces problèmes, eux qui emploient l'émanation journellement sont indiqués mieux que quiconque pour en contrôler les effets; eux seuls enfin qui peuvent réunir un nombre suffisant d'observations

pour pouvoir tirer des conclusions plus précises encore.

Il est probable, et c'est l'avis de M. le Professeur Teissier que, en dehors de la goutte, du rhumatisme goutteux, de la goutte larvée, et des névralgies diathésiques, affections pour lesquelles le fait est établi et qui ne réclament somme toute que des expériences de vérification; les résultats obtenus dans les autres affections sont conditionnées « par un métabolisme vicié de l'acide urique et sont en réalité des gouttes viscérales (rein goutteux, foie goutteux); c'est dans ce sens que doivent s'orienter les recherches et les essais thérapeutiques » des médecins hydrologues et ils arriveront peut-être à établir « que malgré la diversité clinique des affections heureusement influencées par l'émanothérapie, la plupart ressortissent en réalité à une même pathogénie et relèvent d'une uricémie larvée à détermination viscérale ».

Le diagnostic clinique des affections des malades que l'on soumettra à la cure d'émanation devra en conséquence être essentiellement basé sur les épreuves de laboratoire et les résultats thérapeutiques obtenus au cours de la cure contrôlés de la même façon. Une analyse des urines complète et un examen hématologique complet devront être rigoureusement pratiqués chez tous les malades soumis à la cure d'émanation avant, pendant et après la cure. Les malades sur lesquels on expérimentera seront au régime lacto-végétarien. L'acide urique en particulier devra être recherché par une méthode dérivée de celle de Folin Hopkins (précipitation des phosphates de 60 centimè-

tres cubes d'urine par mélange, acétate d'urane, sulfate d'ammoniaque, acide acétique, eau; prélèvement de 100 centimètres cubes du filtrat correspondant à 50 centimètres cubes d'urine que l'on alcalinise fortement par l'ammoniaque; séparation au bout de 12 heures de l'acide urique par centrifugation; précipitation du tout dans un petit tube à centrifugeur taré; abandon à la glacière pendant quelques heures; centrifugation; lavage; séchage et pesage de l'acide urique) son élimination surveillée et les variations d'élimination de cet acide urique endogène soigneusement notées journallement.

Pratiquées sur un grand nombre de malades de telles observations doivent fatalement amener des résultats et permettre des conclusions sinon favorables, du moins scientifiques.

De même, et pour permettre de nouvelles vérifications et probablement de nouvelles conclusions la durée des séances émanothérapiques devra être variée à l'infini; la quantité d'émanation employée devra aussi être strictement dosée dans la salle d'inhalation, dans le sang et son élimination examinée au point de vue physiologique par l'analyse spectroscopique des urines. Les médecins hydrologues d'autre part devront s'attacher à vérifier et à apporter des données nouvelles sur les divers modes d'utilisation, sur leur valeur respective, ainsi qu'à apporter encore des améliorations aux diverses techniques émanothérapiques.

Il est probable qu'avec de tels procédés et de telles méthodes d'investigation expérimentés sur un nombre considérable de malades, la question de la valeur

thérapeutique de l'émanation ne tardera pas à être définitivement tranchée. Ce n'est évidemment pas encore l'œuvre de demain mais il est à prévoir que dans l'avenir des résultats concluants seront apportés et que reprenant la phrase de M. Moureu « la route d'abord étroite s'élargira peu à peu, en même temps que l'horizon reculera sans cesse devant nous ». Puisque enfin nous sommes dans le domaine des hypothèses et puisque nous nous permettons ici quelques suggestions, il semble que les médecins des stations thermales devraient encore dans l'avenir apporter quelques précisions sur l'action de l'émanation dans le cancer et la tuberculose. Au sujet de cette dernière affection M. le Professeur Teissier dans un seul cas d'ailleurs, soumis à la cure d'émanation n'a obtenu aucun résultat, et Orozay conclut que l'émanothérapie est sans action. La question est-elle définitivement jugée? A-t-on encore le droit de formuler de telles conclusions? et ne serait-il pas préférable à l'instigation de M. le Professeur Piéry de retour d'un voyage d'études aux stations radio-actives allemandes d'examiner, de contrôler et de vérifier si dans quelques améliorations obtenues dans certaines maladies il ne s'agirait pas de tuberculose inflammatoire de Poncet.

Les problèmes à résoudre, comme on le voit sont délicats; ils ne sont pas impossibles; les médecins des stations radio-actives semblent les mieux placés pour les solutionner. C'est à le rôle des chercheurs de l'avenir.

CONCLUSIONS

I. — L'émanation du radium et ses produits de désintégration exercent une action importante sur l'organisme, ainsi qu'il résulte des nombreux travaux concordants des auteurs. Absorption. Elimination. Action biologique de l'émanation administrée à l'intérieur sont actuellement suffisamment précisées.

II. — L'action thérapeutique de l'émanation obtenue à l'aide d'appareils producteurs de ce gaz, introduite dans l'organisme soit par inhalation, soit par absorption digestive, soit par ingestion, pour être moins précisée n'en paraît pas moins certaine. Les effets les plus nets obtenus, ont été observés notamment chez les goutteux et dans diverses arthropathies.

III. — L'émanation des eaux minérales a donné lieu également à de nombreux essais thérapeutiques exécutés principalement en Allemagne aux émanatoria de Kreuznach et de Baden-Baden.

IV. — Les travaux confirmatifs français de la valeur de l'émanothérapie hydro-minérale sont bien insuffi-

sants encore pour qu'on puisse se prononcer. Ils confirment toutefois la réalité d'une importante action sédative générale et locale.

V. — Néanmoins, l'ensemble des faits publiés touchant l'émanothérapie hydro-minérale ou d'autre origine sont de nature à inciter les médecins hydrologues français à l'utilisation de l'émanation des sources radio-actives.

VI. — L'utilisation du radium étant à cause de sa rareté et de son prix, pratiquement très difficile, on ne saurait trop conseiller l'utilisation de l'émanation des eaux minérales radio-actives, françaises dont beaucoup sont une source intarissable de ce gaz.

VII. — Cette utilisation qui devra se faire d'abord, au titre de vérification des données précédentes et à l'aide d'une technique que nous avons essayé de préciser pourra être poursuivie soit dans les « étuves » naturelles de Plombières, Luchon, Ax, Bagnols-de-la-Lozère, Evaux, Aix, soit dans les émanatoria du type Baden-Baden (pulvérisation en cascade). Les effets comparatifs de l'ingestion de l'eau radio-active, de l'injection sous-cutanée d'eau ou de vapeur enrichie d'émanation devront être également étudiés.

VIII. — Ces recherches conduites avec toute la rigueur scientifique permettront seulement alors d'être fixé sur l'exacte valeur curative de l'émanation de certaines de nos eaux minérales, émanation qui peut dès maintenant toutefois être considérée comme l'un des agents de cure les plus importants en hydrologie.

BIBLIOGRAPHIE

- ABBE. — *Radium in Therapeutics*. — (Boston Méd. and. Surg. Journ., 1904, n° 2, page 53).
- ACKINS (W.-H.-B.). — *La valeur du radium dans la guérison des maladies et dans le soulagement des symptômes douloureux*. (Amér. journ., of Roentg septembre 1919, n° 9).
- ARMSTRONG (William). — *Emploi dans le rhumatisme de l'eau radio-active et de l'oxygène radio-actif*. (The Practitioner, January 1912, page 156).
- ASCHOFF (Dr Karl). — *Bad Kreuznach, seine Quelle und seine Salinenwerke Karlshalle und Theodors-halle*. (R. Voigtlander Nachf., Kgl. Hofbuchdr., Bad Kreuznach, 1917).
- *Über die Radioaktivität der Kreuznacher Solquellen*. (Zeitchr. f. öffentl. Chemie, 1905, 271).
- *Die Radioaktivität und der Salzgehalt der Luft an den Gradierwerken des Kreuznacher Salinentales*. (Radiologische Mitteilungen des Radium-solbades Kreuznach. Neunter Jahrgang herausgegeben vom Bad Kreuznacher Aerzte. Verein im Frühjahr 1920. Buss et Kupfer Kreuznach).

- *Dosierbare Radiumemanation-Thérapie* (Zeitschr. f. Balneologie, 2. Jahr, Ur, 6, 1910).
- *Ein neues Radiuminhalatorium in Bad Kreuznach.* (Radiolog. Mitteilungen des Kreuznacher, Aerztevereins, 1912).
- AUTOCTINI et DELAMARRE. — *Action du radium sur le sang.* (Compte rendu, Société de Biologie, 1910, Vol. 69).
- BALVAY et CHASPOUL. — *Recherches expérimentales sur les injections de sels de radium solubles chez l'animal* (Société médicale des hôpitaux de Lyon, 29 février 1912, et Lyon Médical, 10 mars 1912).
- BARADUC (Bernard). — *Clinique Hydrologique.* (Mason et C^o, 1909).
- BARCAT. — *Un an de Radiumthérapie militaire.* (Paris Chirurg., février, mars 1917).
- BARDET (G.). — *Notions d'Hydrologie moderne.* (Doin et fils, 1909).
- *Les questions nouvelles en Hydrologie.* (Paris Méd., 4 avril 1914, n^o 18).
- *Aux stations minérales de l'Allemagne et de la Bohême.* (Impressions d'un voyage d'études. (1^{re} série, Doin et fils, 1910).
- *Stations de France et Stations d'Allemagne.* — *Etude comparée* (2^e série, Doin et fils, 1912).
- *Modifications apportées dans les propriétés des eaux minérales par la radio-activité.* (III^e Congrès international de Physiothérapie, 30 mars 1910. Gazette des Eaux, n^o 2666, 53^e année, samedi 9 avril 1910).
- BARDET (G.). ROBIN (Albert). — *La Spécialisation de la*

cure hydrominérale. (Bulletin général de thérapeutique médicale, chirurgicale et obstétricale, tome 171, n° 8, août 1920, Doin).

BAUD et L. MALLET. — *A propos de l'émanation comparée aux sels de radium.* (Presse Méd., 11 février 1920).

BECQUEREL. — *La luminescence émise spontanément par certains sels d'uranium.* (C. R. Académie des sciences, 1904, vol. 138, page 184).

— *L'analyse du rayonnement des corps radio-actifs.* (Arch. d'électricité médicale, 1904, vol. 136).

— *La Radio-Activité du sol et de l'atmosphère* (Gaz. des Eaux, samedi, 22 mars 1913, n° 2819 et samedi 29 mars 1913 n° 2820).

BELLINGHAM SMITH. — *Distribution et élimination de l'émanation du radium après son absorption interne.* (The Quaterly Journ. méd., janvier 1912).

BENCZUR IJ.-Von). — *L'émanation du radium en thérapeutique.* (Berl. klin Wochenschr., 15 janvier 1912).

BERGONIÉ. — *Le Radium au point de vue médical.* (Arch. d'électricité méd., 1904, n° 136).

BERTHELOT. — *Emanations et radiations.* — Acad. des sciences, 20 juillet 1904.

BERTIER. — *Radio-activité des eaux d'Aix-les-Bains.* (III^e Congrès international de Physiothérapie, 30 mars 1910, Gazette des Eaux, n° 2666, 53^e année. Samedi 9 avril 1910).

BERTRAND (Michel). — *Recherches sur les propriétés physiques, chimiques et médicinales des eaux du*

- Mont-Dore*. (Thibaut-Landriot, libraire, imprimeur du roi. Clermont-Ferrand, 1823).
- BLANG (Baron). — *Radio-Activité des eaux d'Echaillon*. (Philosoph. Magazine, janvier 1905).
- BLUMENFELD; VOGT; PFEIFFER. — *Arztliche Festschrift zur Eröffnung des Stadtischen Kaiser Friedrich Bades in Wiesbaden* (Wiesbaden verlag von J. F. Bergmann, 1913).
- BOHN. — *A propos de l'action biologique d l'émanation du radium* (C. R. Soc. de Biologie, 1903, vol. 55, n° 37).
- BOPPE-DEVÉ (M^{me}). — *Du traitement du rhumatisme déformant par l'ingestion d'émanation du radium* Gazette des Hôpitaux, mardi et jeudi, 8 juillet 1920).
- BOUCHARD, CURIE, BALTHAZARD. — *Action physiologique de l'émanation du radium*. (C. R. Académie des sciences 1904, vol. 138).
- *Action toxique et localisation de l'émanation*. (C. R. Académie des sciences, 17 juillet 1906).
- CASTAIGNE et GOURAUD. — *Physiothérapie des rhumatismes chroniques*. (Journ. méd. français, 15 mai 1912).
- CLAUDE (Oct.). — *Action thérapeutique des boues radio-actives* (Arch. génér. de Méd., juillet 1909).
- CLUZET, NOGIER, LESIEUR. — *Evaux-les-Bains. — Les nouvelles analyses*. (Gazette des Eaux, samedi 6 juin 1914, n° 2882).
- CRÉMIEU (M. V.). — *Application des gaz radio-actifs des sources thermales. La station gazeuse de Co-*

lombières-sur-Orb. (Gazette des Eaux, samedi 21 juin 1913, n° 2832).

CURIE (M^{me}). — *Traité de radio-activité*. Paris, librairie Gauthier-Villars, 2 vol. 1910).

CURIE et LABORDE. — *Sur la radio-activité des gaz qui se dégagent des sources thermales.* (C. R., Acad. des sciences, 1904, vol. 138, n° 19).

DEBOURDEAU et CAMUSAT. — *Travaux de recherches en cours à la source thermale de Grisy.* — (3^e Congrès préhistorique de France, session d'Autun, août 1907).

DEGRAIS (P.). — *Indications et technique de la radiumthérapie dans le traitement des ménorragies et métrorragies.* (Revue franç. de gynéc. et d'obstr., décembre 1919).

DENTMANN (Mlle). — *L'Emanation du radium et les échanges organiques.* (Annales d'Electrologie, octobre 1911, page 691).

DOMINICI. — *Le radium au point de vue physiologique et thérapeutique.* (Presse méd., 1906, n° 62).

DOMINICI, PATEL, JABOIN. — *Sur la radio-activité persistante de l'organisme résultant de l'injection intra-veineuse d'un sel de radium* (C. R. à l'Académie des sciences, Paris, 1910).

ENGELMANN. — *Wird Radiumemanation durch die Haut aufgenommen* (Zeitschr. f. Roentgenk. und 1910, B. d. 12).

— *Wandlungen in der Technik der Radium Emanations-Thérapie.* (Radiologische Mitteilungen des Kreuznacher Aerztereins, 1914), Buss et Kupfer, Kreuznach.

— *Ein Rückblick und ein Ausblick. Radiumemanationstherapie.* (Radiologische Mitteilungen des Kreuznacher Aertztevereins, 1920). Buss et Kupfer, Kreuznach.

EICHHOLZ. — *Über Aufnahme und Ausscheidung der Radiumemanation. Inhalation oder Trinkkur.* (Berl. Klin. Wochenschr., 1911, B. d., 48).

ENGLER et H. SIEVEKING. — *La radio-activité des sources minérales* (Radium in Biol., page 277).

ENVERS (P.). — *Gaz des sources de Gastein.* (Phy. Zeitschr., 1^{er} avril 1906).

FABRE et VITAUD. — *Les Boues radio-actives.* (Arch. général. de méd., 1909, page 898).

FALTA et FREUND. — *Traitement des maladies internes par l'émanation du radium.* (Münch. méd. Wochenschrift, 2 avril 1912).

FAXTON et GARDNER. — *L'Emploi du radium en gynécologie. — La Production mondiale du radium.* (Gazette des Hôpitaux, samedi 19 juin, 1920, n° 55).

FOFANOW. — *Einfluss der Radiumemanation auf der Harnsaure Natrium im tierischen Organismus.* (Zeitschr. f. Klin. Méd. II, B. d., 5, 1910).

FRAIKIN. — *Etude physio-pathologique sur l'action des eaux de Beaucens dans la goutte, le rhumatisme et la sciatique.* (Gazette des Eaux, samedi 18 avril 1914).

FRANKEL. — *Emanations und Emanationstherapie.* (Artzlich. Rundsch., 1909, n° 31).

FRUMUSAN et MORLET. — *Les inhalations et émana-*

- lions du radium. (C. R., Société d'élect. et rad. médicale, 21 décembre 1911).
- FURNO. — *L'Emanation du radium dans le traitement des maladies internes.* (Rivist. crit. di. clinic. méd. 1912, n° 11).
- GEHTZSCH (F.). — *Radio-activité des eaux de Kissingen.* (Phy. Zeitschr., 1907).
- GLAESSGEN. — *Action des bains naturels de radium et leur mode d'emploi.* — (29^e Congrès allem. de méd. int., avri 1912, Deuts. méd. Wochenschr, 2 mai 1912, page 875. Anayse in Rép. de M. internationale, mai 1912).
- GREINACHER (H.). — *Sur la détermination de l'émanation du radium dans les eaux de source.* (Phys. Zeitsch, 1912. (435-436). Le Radium, octobre 1912).
- GRIN. — *L'Emanation du radium comme diurétique.* (Forschrift au den Gebi, den Roentgen Strahlen. 23 mai 1912, page 37).
- GUDZENT. — *Traitement de la goutte et du rhumatisme par l'émanation du radium.* — (Berl. klin. Wochenschrift. 20 nov. 1911, n° 47, page 208).
- GUILLAUME et CARNOT. — *Le Mésôthorium en thérapeutique.* (Paris médical, 1^{er} novembre 1919, page 364).
- HARET. — *Rapport au Congrès de Physiothérapie des médecins de langue française.* (Journ. de Physiothérapie, mars 1912, page 122).
- HENRICH. — *Über die Radioaktivität der Thermalquellen von Wiesbaden.* (Zeitsche für anorgan Chemie, 65-125).

- HERAUD et POIROT-DELPECH. — *Les troubles gastro-hépatiques des utérines et les eaux de Luxeuil-les-Bains*. (Gazette des Eaux, samedi 21 mars 1914).
- HIS. — *La Goutte et son Traitement par l'émanation du radium*. (Progrès médic., 18 novembre 1911, page 557).
- HOWDEN et FALTA. — *Action thérapeutique de l'émanation du radium*. (Méd. Wien. Klinik, 29 septembre 1911).
- JABOIN. — *Les Emanatoria naturels de France. Le traitement du Mont-Dore*. (Gazette des Eaux, samedi 8 février 1913, n° 2813).
- JABOIN et ASTRUC. — *Précis d'Hydrologie, de géologie et de Minéralogie*. Librairie Maloine, 1920).
- JANEWAY. — *Traitement du cancer, en particulier du cancer de la langue, de l'amygdale et du rectum par l'émanation enfouie dans la tumeur*. (In the American Journ. of Roentgenology, février 1920).
- JANSEN et STRANDBERG. — *L'Action bactéricide de l'émanation du radium est-elle due à un développement d'ozone?* (Hôpital Stunde, 1912).
- JANSEN (Dr H.) (Copenhague). — *Recherches sur la radio-activité de quelques sources danoises*. — (III^e Congrès int. de Physiolog., 30 mars 1910). Gazette des eaux, n° 2666, 53^e année, samedi 9 avril 1910).
- *Résultats du traitement avec de l'eau radio-active artificielle. Expériences bactériologiques sur les effets bactéricides de l'émanation du radium*.

(III^e Congrès int. de Physiol., 30 mars 1910, Gazette des eaux, n^o 2666, 53^e année, samedi 9 avril 1910).

KEMEN. — *Ueber die Wirkung der Radium. Emanationsbader auf das Herz.* (Radiologische Mitteilungen des Kreuznacher Aerztevereins, 1920). Buss. et Kupfer, Kreuznach).

KEMEN und NEUMANN. — *Ueber Aufnahme von Radiumemanation bei verschiedenen Anwendungsformen.* (Zeitschrift. f. Balneologie, 3, Jahrg., N^o 17).

KIKKOJI. — *Action de l'émanation sur les échanges organiques.* (Zeitschr für Roentgen und Radium, avril 1912).

KISCH (E.-H.). — *La Radio-Activité dans la balnéothérapie.* (Prager méd. Wochenschr. n^o 24. Zeitschr. f. physik., Ther. déc. n^o 758. (Analyse in. Rép. de Méd. internationale).

KOHLRAUSCH und NAGELSCHMIDT. — *Physikalische Grundlagen der Radiumémanations-Thérapie.* (Berlin. klin. Wochenschr., 1908, B. d., 12).

KRIEG (D^r). — *Das Buttenquelle-Emanatorium. Baden-Baden.* (Sonderabdruck aus der, Zeitschrift für Balneologie Klimatologie und Kurvrt-Hygiène. Herausgegeben von San Rat. Dr. Gräeffuer und Dr. Kaminer IV Jahrgang, n^o 22, Berlin 1912. Allagénéine Medizinische Verlagsanstalt, C. M. B. 4).

LASKA. — *Physiologisches Verfahren der Radiumemanation* (Bioch. Zeitschrift, 1910).

LAZARUS. — *Méthodes d'emploi de l'émanation du ra-*

- dium. Deutsch. méd. Wochenschrift, 22 février 1912).
- LEDUC (S.). — *Emploi thérapeutique des émanations radio-actives.* (Arch. d'élect. méd., 1904, page 283).
- LEHMANN. — *Action thérapeutique du radium.* (Thèse de Paris, 1905).
- LOEWY. — *Action de l'émanation sur l'appareil circulatoire.* (Berl. klin. Wochenschrift, 1911, n° 10 et n° 11).
- LONDON. — *Etudes sur la valeur physiologique et thérapeutique de l'émanation du radium.* (Arch. d'élect. méd., 1909, page 614).
- LOWENTHAL. — *Effets biologiques de l'émanation du radium.* (III^e Congrès int. de Phys., 30 mars 1910. Gazette des Eaux, n° 2666, 53^e année, samedi 9 avril, 1910).
- MENDEL. — *L'émanation du radium en thérapeutique par injections musculaires.* — (Deutsche medizinische, Wochens. 1911, n° 3, Analyse in Bull. des sciences pharm.).
- *L'émanation du radium dans la goutte.* (Zeitsch. f. Roentgenk und Radium, avril 1912, page 102).
- MESERNITZKY. — *Action destructive de l'émanation sur la peau.* (Münch. méd. Wochensch., 6 février 1912, page 309).
- *Recherches nouvelles sur l'émanation du radium.* (Deutsch. méd. Wochensch., 27 juin 1912).
- MORLET. — *Action physiologique et thérapeutique de l'émanation du radium.* (Arch. d'élect. méd., 25 janvier, 1912).

- MOUREU (Ch.). — *Dégagements gazeux des sources thermales*. (Revue scientifique, 4 mars 1908).
- *Recherches sur les gaz rares des sources thermales*. (Gazette des Eaux, samedi 12 juillet 1913).
- *Radio-Activité et gaz rares* (Crénothérapie. Bibliothèque de Thérapeutique Gilbert et Fournier, Baillière, 1910.
- *Recherches sur les gaz rares des sources thermales*. (Journ. de Chim. Phys., T. XI, n° 1, page 63, publié par Gazette des Eaux, n° 2828, samedi 24 mai 1913, samedi 7 juin 1913, samedi 26 juillet 1913.)
- NAGELSCHNIDT UND KOHLRAUSCH. — *Die therapeutische Verwendung von Radiumenation*. (Berl. klin. Wochensch., 1908.)
- NOBELE. — *Action physiologique et thérapeutique de l'émanation du radium*. (Arch. d'élect. méd., 10 janvier 1912.)
- NEUMANN. — *Gewinnung und Verwertung der aus dem Sinter der Krenznacher quellen gewonnenen radioaktiven Substanzen*. (Vortrag Hamptvers. des Vereins der Kuröete usw. am. 20 9 1909 in Aachen.
- OSCAR MEYER ELBING. — *Das städtische Badehaus und Inhalatorium Kaiser Friedrich-Bad Zu Wiesbaden*. (J. J. Weber., Leipzig.)
- PETIT. — *Radio-activité et Végétation*. (Gazette des Eaux, samedi 5 juillet 1913.)
- PIATOT. — *Valeur thérapeutique des gaz rares et des émanations radio-actives des eaux minérales*. (Gazette des Eaux, samedi 6 décembre 1913.)

PIOT. — *Emploi des boues radio-actives dans les névralgies, la goutte et le rhumatisme.* (Sociét. Méd. du XVI arrond. Concours méd., 28 juillet 1912, page 267. Analysé in Rép. de Méd. intern.)

RANNAY. — *Emanation du radium. Ses propriétés. Ses changements.* (C. R. des séances de l'Acad. des Sciences, 1904, page 1388.)

REBATTU. — *De l'émanation du radium en médecine interne.* (Province méd., 29 mars 1913.)

REGAUD (Cl.). — *Traitement des cancers par la radium-puncture.* (Paris Méd., 7 février 1920.)

— *Notions préliminaires à la pratique de la radium-thérapie des cancers par les applications locales d'émanation du radium condensée.* (Paris Médical, 10 mai 1913.)

REGAUD et FERROUX. — *Doses et durées d'applications en radiumthérapie. Tables pour l'emploi de l'émanation du radium.* (Journ. de Radio. et d'Electr., sept.-oct. 1919, n° 11.)

RENOU. — *L'Ingestion et l'injection de sels de radium et de Mésothorium dans la tuberculose.* (Paris Méd., n° 45, 6 novembre 1920, page 335.)

RENOU et MARIE. — *Essai critique sur le traitement de quelques infections aiguës par le sulfate de radium.* (III^e Congrès int. de Physiot., Paris, 23 mars, 2 avril 1910, page 688.)

SCHMIDT. — *Radio-Activité des eaux minérales du Taunus.* (Phys. Zeitsch., janv.-juill. 1905, février 1907.)

SODDY. — *Le Radium. Interprétation et Enseignement*

- de la radio-activité. (Traduit de l'anglais par Le-
page, librairie Félix-Alcan.)
- SPARTZ. — *Vergleichende Untersuchungen über Auf-
nahme von Radiumenation ins Blut durch Trin-
ken und Inhalieren.* (Zeitschr. f. Röntgenkunde,
Baud. 13.)
- STRASSBURGER. — *Traitement par l'émanation du ra-
dium.* (Münch. med. Wochenschr., 1911, n° 15.)
- TEISSIER et REBATTU. — *Etude clinique sur les effets
de l'émanation du radium en médecine interne.*
(Journal Méd. français, 7° année, n° 6, 15 juin
1913.)
- TEISSIER et ROQUES. — *Le Rhumatisme.* (In Brouhaudel
et Gilbert. Traité de Médecine.)
- TURNER. — *On the nature and physiological action
of radium émanation.* (Brit. med. journ., 1903,
12 décembre.)
- WEISZ. — *Ungeregelte Verhveltuissse bei Bestimuung
und Bewertung der Radiumenation.* (Med. Klinik.
1910, n° 16.)
- WCKHAM et DEGRAIS. — *Radiumthérapie.* (Baillière,
1912).

Le Président de la thèse :

TEISSIER

VU : *Le Doyen,*

L'Assesseur,

JEAN LEPINE

VU ET PERMIS D'IMPRIMER

Lyon, le 6 Décembre 1920,

Le Recteur, Président du Conseil de l'Université,

Pour le Recteur et par délégation : Le Vice-Président du Conseil
de l'Université

ALBERT WADDINGTON.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	9
PREMIERE PARTIE. — <i>Les Données de la Phÿ-</i> <i>sique</i>	19
I ^{er} CHAPITRE. — a) Eléments Radio-Actifs.	19
b) Emanation du radium	26
2 ^e CHAPITRE. — Radio-activité des eaux minérales	32
DEUXIEME PARTIE. — <i>Les Données pharmaco-</i> <i>dynamiques et thérapeutiques sur l'Emanothé-</i> <i>rapie</i>	63
I ^{er} CHAPITRE. — Absorption. — Toxicité. — Eli- mination de l'émanation	63
II ^e CHAPITRE. — Action biologique de l'émana- tion	67
III ^e CHAPITRE. — L'Emanothérapie en dehors de l'émanothérapie par les eaux minérales radio- actives	75
TROISIEME PARTIE. — <i>L'Emanothérapie par les</i> <i>eaux minérales radio-actives</i>	94
I ^{er} CHAPITRE. — Etat actuel de la question	94
II ^e CHAPITRE. — Les divers procédés émanothé- rapiques. — Les résultats thérapeutiques	98

III ^e CHAPITRE. — Indications et contre-indications des cures thermales radio-actives	117
---	-----

QUATRIÈME PARTIE. — <i>Les Enseignements pratiques et les recherches de contrôle de l'ave- nir</i>	121
--	-----

I ^{er} CHAPITRE. — Les Indications et contre-indica- tions telles qu'elles résultent des travaux criti- ques des auteurs	121
---	-----

II ^e CHAPITRE. — Les Recherches de contrôle dans les stations hydrominérales françaises	124
---	-----

CONCLUSIONS	129
-------------------	-----

BIBLIOGRAPHIE	131
---------------------	-----

